



EESTI MAAÜLIKOOL
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut

Simon Regonen

**EELNEVA AASTA RAPSIPÕLDUDE KAUGUSE MÕJU
NAERI-HIILAMARDIKA ARVUKUSELE JA
PARASITEERITUSE TASEMELE**

**IMPACT OF THE DISTANCE OF PREVIOUS YEARS'
OILSEED RAPE FIELDS ON THE ABUNDANCE OF POLLEN
BEETLE AND ITS PARASITISM RATE**

Magistritöö
Maastikukaitse ja -hooldus õppekava

Juhendajad: Professor Eve Veromann

MSc. Silva Sulg

Tartu 2021

Eesti Maaülikool Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Magistritöö lühikokkuvõte	
Autor: Simon Regonen		Õppekava: Maastikukaitse ja -hooldus	
Pealkiri: Eelneva aasta rapsipõldude kauguse mõju naeri-hiilamardika arvukusele ja parasiteerituse tasemele			
Lehekülgi: 42	Jooniseid: 3	Tabeleid: 1	Lisasid: 2
Osakond: Taimetervise õppetool			
Uurimisvaldkond: 1.6. Põllumajandus; 1.4. Ökoloogia CERCS: B390; B250			
Juhendaja(d): Professor Eve Veromann, PhD; Silva Sulg, MSc			
Kaitsmiskoht ja aasta: Eesti Maaülikool, 2021			
<p>Naeri-hiilamardikas (<i>Brassicogethes aeneus</i> Fabricius) on laialt levinud ristöielistele taimedele spetsialiseerunud rapsikahjur Euroopas. Rapsi kasvupindala suurenemise tulemusel on naeri-hiilamardika populatsioonid kasvanud ja nad on muutunud suuremaks probleemiks rapsikasvatajatele. Hiilamardika tõrjumiseks kasutatakse peamiselt püretroididel põhinevaid insektitsiide. Tihti manustatakse neid profülaktiliselt tõrjekriteeriumeid arvesse võtmata, mille tulemusel on naeri-hiilamardikatel tekkinud resistentsus selle toimeaine suhtes. Järjest enam otsitakse loodussäästlikumaid alternatiive kahjurite tõrjel ning üks keskkonnasäästlikumaid viise on looduslike vaenlaste soodustamine, kellest olulisemad on kiletiivalised parasitoidid. Peamised parasitoidid, kes on kõige edukamad naeri-hiilamardikate bioloogilises tõrjes on <i>Phradis interstitialis</i>, <i>Phradis morionellus</i> ja <i>Tersilochus heterocerus</i>.</p> <p>Käesoleva töö eesmärgiks oli välja uurida kas ja kuidas mõjutab eelneva aasta rapsipõllu kaugus naeri-hiilamardikate arvukust ja nende parasiteerituse taset talirapsil. Lisaks oli esitatud ka kolm hüpoteesi: (I) eelmise aasta rapsipõllu lähedus suurendab hiilamardika vastsete arvukust rapsitaimedel; (II) eelmise aasta rapsipõllu lähedus suurendab hiilamardikate vastsete parasiteerituse taset; (III) parasitoidide liigiline koosseis ei ole mõjutatud eelmise aasta rapsipõllu lähedusest. Katses oli kokku oli 12 põldu, millest kuus asusid lähemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põldudest ning kuus põldu asusid kaugemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust. Leiti, et oluliselt rohkem oli naeri-hiilamardika vastseid põldudel, mis asusid eelmise aasta põldudest kaugemal kui 500 meetrit. Eelmise aasta rapsipõllu lähedus suurendas hiilamardikate vastsete parasiteerituse taset. Parasitoidide liigiline koosseis ei olnud mõjutatud eelmise aasta rapsipõllu lähedusest. Käesolevas töös leiti, et domineerivaks liigiks oli <i>Tersilochus heterocerus</i>.</p>			
Märksõnad: hiilamardikas, raps, looduslikud vaenlased, parasitoidid, kiletiivalised			

Estonian University of Life Sciences Kreutzwaldi 1, Tartu 51014		Abstract of Master's Thesis	
Author: Simon Regonen		Specialty: Landscape protection and management	
Title: Impact of the distance of previous years' oilseed rape fields on the abundance of pollen beetle and its parasitism rate			
Pages: 42	Figures: 3	Tables: 1	Appendixes: 2
Department: Chair of Plant Health			
Field of research: 1.6. Agriculture; 1.4. Ecology CERCS: B390; B250			
Supervisors: Professor Eve Veromann, PhD; Silva Sulg, MSc			
Place and date: Estonian University of Life Sciences, 2021			
<p>The pollen beetle (<i>Brassicogethes aeneus</i> Fabricius) is one of the most abundant pest of oilseed rape in Europe. Due to the increase in the growing area of oilseed rape, the pollen beetle is becoming an increasing problem, which is mainly controlled by pyrethroid-based insecticides. They are often managed prophylactically and without regard to economic threshold criteria; and therefore pollen beetles have begun to develop resistance to this active ingredient. Therefore, more environmentally friendly alternatives for pest control have been sought, one of the most effective of which is the promotion of natural enemies, the most important of which are hymenopteran parasitoids. The three key parasitoids of the pollen beetle are <i>Phradis interstitialis</i>, <i>Phradis morionellus</i> and <i>Tersilochus heterocerus</i>.</p> <p>The aim of this study was to find out whether and how the distance from the previous year's oilseed rape fields affect the abundance of pollen beetles, their larvae and their parasitism rate. The hypotheses was that (I) the proximity of last year's winter oilseed rape field increases the number of pollen beetle larvae in oilseed rape fields; (II) the proximity of the previous year's oilseed rape field increases the level of parasitism of pollen beetle larvae; (III) the species composition of the parasitoids was not affected by the proximity of the previous year's oilseed rape field. There were 12 winter oilseed rape fields in the experiment, six of which were located closer than 500 meters from the previous year's winter oilseed rape fields and six fields were located farther than 500 meters from the previous year's winter oilseed rape field. It was found that there were significantly more pollen beetle larvae in the fields located farther than 500 meters from the previous year's fields. The proximity of last year's winter oilseed rape field increased the level of parasitism of pollen beetle larvae. The species composition of the parasitoids was not affected by the proximity of the previous year's winter oilseed rape field. In this work, it was found that the dominant parasitoid species was <i>Tersilochus heterocerus</i>.</p>			
Keywords: pollen beetle, oilseed rape pests, natural enemies, hymenopteran parasitoids			

SISUKORD

Sissejuhatus	5
1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE.....	7
1.1. Raps	7
1.2. Perekonna <i>Brassicogethes</i> iseloomustus	9
1.2.1 Hiilamardikas	9
1.3. Parasitoidid	12
2. MATERJAL JA METOODIKA.....	15
2.1. Katsealad	15
2.2. Kollaste vesipüüniste katse.....	16
2.3. Lehterpüüniste katse	17
2.4. Andmete statistiline analüüs	18
2.5. Töörühm	19
3. TULEMUSED JA ARUTELU	20
3.1. Kollaste vesipüüniste tulemused	20
3.2. Lehterpüüniste tulemused.....	22
3.3. Parasitoidide liigiline koosseis vastsetes	25
KOKKUVÕTE	27
SUMMARY	29
KASUTATUD KIRJANDUS	31
LISAD	40
Lisa 1. Katsepõldude agrotehnilised andmed 2017 aastal.....	41
Lisa 2. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks (tähtajaline piirang) ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta	42

SISSEJUHATUS

Elurikkuse ja loodushüvede koostöökogu (IPBES) värske aruande alusel on kasvava inimõhu tõttu looma- ja taimeliikide kõrval ohustatud ka inimese enda heaolu (IPBES, 2019). Põllumajanduses kahjurite tõrjeks kasutatavaid sünteetilisi pestitsiide peetakse üheks suurimaks ohuteguriks elurikkuse vähenemisel (Hallmann et al., 2017; Kiss, 2019; Seibold et al., 2019; Carmona et al., 2020; Goulson, 2020). Nende kahjulikku mõju on täheldatud nii kasulikele kui ka teistele mitte-sihtorganismidele (Raimets et al., 2018; Willow et al., 2019; Agostini et al., 2020). Pestitsiidid võivad püsida mullas ja taimejäänustes pikka aega ohustades erinevaid organisme. Lisaks on enamikes Euroopa Liidu riikides insektitsiidide rutiinse kasutamise tõttu kahjurputukatel välja kujunenud resistentsus enamlevinud toimeainete suhtes (Hansen, 2003; Heimbach et al., 2006; Stará and Kocourek, 2018) ja seetõttu on ülioluline leida uusi tõrjepreparaate ja -meetodeid, mis on keskkonnasäästlikud ja looduslikel ühenditel põhinevad.

Raps on oluline laialt kasvatatav õlikultuur kogu Euroopas, mille kahjurite tõrje põhineb sünteetilistel püretroididel ja neonikotinooididel, mida kasutatakse nii koos kui ka eraldi. Väga tavaline on põllumajanduspraktika, kus põllule viiakse insektitsiidid paagisegus koos fungitsiididega. Selline segu aga suurendab oluliselt mürkide kahjulikku mõju kasuritele, sealhulgas tolmeldajatele ja kahjurite looduslikele vaenlastele (Willow et al., 2019; Raimets et al., 2020). Samas saaksid röövtoidulised lüliljalgsed, sealhulgas parasitoidid, looduslikul teel oluliselt vähendada rapsikahjurite arvukust (Veromann et al., 2011; Kovács et al., 2019; Albrecht et al., 2020). Röövtoiduliste lüliljalgsete arvukus ja mitmekesisus põllumajandusmaastikul sõltub väga paljudest faktoritest, sealhulgas agroökosüsteemides esinevate erinevate elupaikade arvukusest, kvaliteedist, sidususest jne (Holland et al. 2017; Rasran and Vogt, 2018; Bartual et al., 2019; Dainese et al., 2019; Albrecht et al., 2020; Alignier et al., 2020; Holland et al., 2020).

Kuna raps on tähtis suure kasvupindalaga põllukultuur, on suurenenud ka ristõielistele taimedele spetsialiseerunud kahjurite arvukus ja levik, kellest üks peamiseid on naerihiilamardikas (*Brassicogethes aeneus* Fabricius syn. *Meligethes aeneus* Fabricius). Selleks,

et mitte liialt tugineda sünteetilistele taimekaitsevahenditele, otsitakse loodussäästlikumaid strateegiaid kahjurite ohjamiseks. Näiteks looduslik bioloogiline tõrje (i.k. conservation biological control) põhineb looduslikult leiduvate kahjurite looduslike vaenlaste kasutamisele. Naeri-hiilamardikate ühed efektiivseimad ohjajad on kiletiivalised parasitoidid: *Phradis interstitialis* (Thomson), *Phradis morionellus* (Holmgren) ja *Tersilochus heterocerus* (Thomson).

Käesolevas töös uuriti, kas ja kuidas mõjutab eelneva aasta rapsipõllu kaugus naeri-hiilamardikate vastsete arvukust ja nende parasiteerituse taset talirapsil.

Uurimiseesmärgist tulenevalt on uurimisküsimused järgnevad:

1. Kui suur on mulda nukkuma laskuvate hiilamardika vastsete arvukus m² rapsipõllul?
2. Milline on naeri-hiilamardika parasiteerituse tase tootmispõldudel.
3. Kas eelmise aasta rapsipõllu lähedus mõjutab naeri-hiilamardika vastsete arvukust ja nende parasiteerituse taset?
4. Milline on naeri-hiilamardika parasitoidi valmikute liigiline koosseis rapsipõllul ja kas seda mõjutab eelmise aasta rapsipõllu lähedus
5. Milline on parasitoidi vastsete liigiline koosseis hiilamardika vastsetes

Hüpoteesid:

1. Eelmise aasta rapsipõllu lähedus suurendab naeri-hiilamardika vastsete arvukust rapsitaimedel
2. Eelmise aasta rapsipõllu lähedus suurendab naeri-hiilamardikate vastsete parasiteerituse taset
3. Parasitoidide liigiline koosseis ei ole mõjutatud eelmise aasta rapsipõllu lähedusest

Avaldan tänu oma juhendajale Eve Veromannile, kes aitas magistritöö valmimisele igas etapis kaasa, tegi väli- ja laboritööd huvitavaks ning abistas ja juhendas alati kui selleks vajadust oli. Soovin tänada ka kaasjuhendajat Silva Sulge, kes samuti aitas magistritöö erinevates etappides kaasa juhendades ning moraali kõrgel hoides.

Töö valmis C-IPM projekti 'IPM4Meligethes' ja Eesti Teadusagentuuri personaalse uurimisprojekti PRG1056 ja institutsionaalse uurimisprojekti IUT36-2 toetusel.

1. KIRJANDUSE ÜLEVAADE

1.1. Raps

Raps (*Brassica napus* L.) on üks tähtsamaid õlikultuure maailmas, millest toodetakse üle 24 miljoni tonni rapsiõli aastas (Hatzig et al., 2018). Oma kasvutingimuste osas on raps universaalne kultuur ja seetõttu on võimalik seda kasvatada nii lõuna- kui põhjamaises kliimas (Gunstone, 2004). Maailma suurimad rapsikasvualaga riigid on 2019. aasta seisuga Kanada (8 319 200 ha) ja Hiina (6 569 791 ha) (FAOSTAT, 2020). Euroopa Liidus (EU28) kasvatati 2019. aastal rapsi kokku 5 648 730 hektaril ja suurimad rapsikasvatajad olid Prantsusmaa (kogupindala 1 107 040 ha), Poola (kogupindala 875 210 ha) ja Saksamaa (kogupindala 856 800 ha) (FAOSTAT, 2020). Ka Eestis on rapsi kasvatamine tähtsal kohal, Statistikaameti 2018. aasta andmeil ületas see pindalaliselt 50 300 ha, suurim kasvupind oli aga 2010 aastal, mil rapsi kasvualaks oli 98 188 ha, kuid viimaste andmete kohaselt oli rapsi kasvupindala vähenenud 72 400 hektarini (Statistikaamet, 2018).

Rapsi kasvuala suurenemine on tingitud nõudluse suurenemisest, kuna raps on oluline tooraine. Eestis hakati rapsi kasvatama 60-ndatel, kuid siis oli kasvupindala väike, seda seetõttu, et raps sisaldas suures koguses eruukahapet, küllastumata rasvhapet, mistõttu ei sobinud loomasöödaks, kuid oli siiski oluline tooreaine biokütusel, kosmeetika tootmisel ja keemiatööstuses (Ilumäe, 2013). Aastate jooksul on rapsi sordiaretus teinud olulisi arenguid ja tänapäeva sordid on eruukahappe vabad. Rapsi kasvupindala suurenemine on omakorda loonud soodsad tingimused ristõielistele taimedele spetsialiseerunud putukate arvukuse ja leviku suurenemisele.

Euroopas on nii suvi- kui ka talirapsil kuus peamist putukkahjurit, kes võivad kahjustada rapsi erinevaid osi ning tekitada olulist kahju taimede erinevates kasvustaadiumites. Taime varsi kahjustavad: küürakhüpik (*Psylliodes chrysocephalus* Linnaeus (Eestis ei esine)), varre-peitkärsakas (*Ceutorhynchus pallidactylus* Marsham) ja rapsi varre-peitkärsakas (*Ceutorhynchus napi* Gyllenhal (Eestis ei esine)); punge ja õisi kahjustavad naerihiilamardikas (*Brassicogethes aeneus* Fabricius syn. *Meligethes aeneus* Fabricius);

seemneid ja kõtru kõdra-peitkärsakas (*Ceutorhynchus obstrictus* Marsham syn. *C. assimilis* Paykull) ja kõdra-pahksäask (*Dasineura brassicae* Winnertz) (Alford et al., 2003). Kahjurid ründavad taimede erinevaid osi ning sellest tulenevalt ilmuvad põllule eri aegadel, mistõttu on põllumehel raske neid üheaegselt kontrollida ning tõrjeks tuleb kasutada erinevaid lähenemisviise (Williams, 2010; Kovács, 2018).

Seni on rapsikahjurite tõrjeks kasutatud peamiselt püretroide ja neonikotinoide, kuid sünteetiliste taimekaitsevahendite kasutamine rutiinselt ja valimatult (vähene varieeruvus toimeainetes) ning mõningal juhul põhjendamatult (tõrjekriteeriumit mitte arvestades) (Heimbach and Müller, 2013), on toonud kaasa kahjurputukatel resistentsuse väljakujunemise peamiste toimeainete suhtes (Heimbach et al., 2006; Węgorzek and Zamojska, 2008; Slater et al., 2011; Heimbach and Müller, 2013; Zamojska et al., 2018). Kuna püretroide on kasutatud üle 20 aasta naeri-hiilamardikate tõrjes (Mauchline et al., 2018) süveneb järjest enam probleem resistentsete naeri-hiilamardikatega, keda pole enam võimalik püretroididega tõrjuda (Slater et al., 2011; Stará and Kocourek, 2018).

Sünteetilised taimekaitsevahendid ei ole surmavad mitte ainult kahjuritele vaid tapavad ka kahjurite looduslikke vaenlasi ning tolmeldajaid (Pisa et al., 2017; Raimets et al., 2018; Calvo-Agudo et al., 2019; Willow et al., 2019; Calvo-Agudo et al., 2020), kes saaksid põllumehel kasu tuua ning kelle puudumise tõttu potentsiaalselt suureneb pestitsiidide kasutamine, et kahjurite arvukust kontrolli all hoida. Sünteetiliste taimekaitsevahendite kasutamine mõjutab negatiivselt bioloogilist mitmekesisust nii kultuurpõldudel kui ka kogu põllumajandusmaastikul. Euroopa Toiduohutusameti ekspertarvamuse kohaselt mõjutavad imidaklopriid, klotianidiin ja tiametoksaam (klass: neonikotinoidid) negatiivselt nii mesilasi kui ka üldist keskkonda (EFSA, 2018a, 2018b, 2018c), mistõttu Euroopa Liit keelustas 2018. aastal nendega töödeldud seemnete kasutamise välitingimustes (EL 2018: 783; EL 2018: 784; EL 2018: 785). See omakorda on tõstatanud vajaduse leida alternatiivseid ja keskkonnaohutumaid taimekaitse meetodeid. Järgepidevalt töötavad teadlased selleks, et leida alternatiivseid ja keskkonnale ohutumaid kahjuritõrje strateegiaid ja meetodeid. Kahjurite tõrjumiseks kasutatakse näiteks mitmekesisest külvikorda, püünistaimi, „tõuka-tõmba“ (inglise keeles „push-pull“) strateegiat jne. (Williams, 2010). „Tõuka-tõmba“ strateegia ühendab endas meelitavaid ja peletavaid semio-kemikaale, et manipuleerida kahjurite ja nende looduslike vaenlaste käitumisega (Mauchline et al., 2018). Putukkahjurid peletatakse kultuuripõllust eemale („tõuka“), kasutades näiteks neile ebameeldivaid

keemilisi ühendeid (semio-kemikaale) ning samaaegselt meelitatakse („tõmba“) püünistesse või püünispõldudele, kasutades selleks neile väga atraktiivseid kultuur- või looduslikke taimi või siis ka atraktiivseid lenduvaid ühendeid või feromoone.

Rapsi kahjurite tõrjumisel on olulisel kohal nende looduslike vaenlaste, nagu röövtoiduliste lülilalgsete sh parasitoidide potentsiaali kasutamine. Bioloogilise tõrje kasutamise juures on oluline, et taimekaitsemeetodid oleksid turvalised mitte-sihtgruppi kuuluvatele looduslikele vaenlastele ja viljelussüsteem peab neid soodustama. Seejuures on oluline, et põllumajanduslik maastik oleks kujundatud kasutades erinevaid maastikuelemente (mitmekesise taimestikuga põlluservad, hekid, metsa servad, kraavid jne.), mis tagavad looduslikele vaenlastele elu-, sigimis-, varje- ja talvitumispaidu, alternatiivset toitu, mille abil suurendatakse looduslike vaenlaste esinemist ning nende panust bioloogilisse taimekaitsesse (Bennewicz, 2011; Haaland et al., 2011; Cole et al., 2012; Holland et al., 2012). Erinevad põllumaa majandamise meetodid mõjutavad oluliselt nii kahjurputukat kui ka tema looduslikke vaenlasi ning on leitud, et mahepõllumajanduse meetodid on võrreldes tavapõllumajanduses kasutatavatega soodsamad parasitoididele (Veromann et al., 2009).

1.2. Perekonna *Brassicogethes* iseloomustus

1.2.1 Hiilamardikas

Hiilamardikas (*Brassicogethes*) on hiilamardikaliste (Nitidulidae) sugukonda ja mardikaliste (Coleoptera) seltsi kuuluv perekond. Hiilamardikaid leidub nii Euroopas, Aasias, Põhja-Aafrikas kui ka Põhja-Ameerikas, kus neid on leitud üle 38 erineva liigi (Audisio et al., 2009). Teadaolevalt on Eestis hiilamardikaid kokku 20 liiki. Kõige olulisemad ja enim uuritud on naeri-hiilamardikas (*Brassicogethes aeneus* Fab. sün. *Meligethes aeneus*) ja sinepi-hiilamardikas (*Brassicogethes viridescens* Fab. sün. *Meligethes viridescens*), kes on ka ühed peamised rapsi kahjurid (Veromann et al., 2006a; Williams, 2010). Naeri-hiilamardika arvukus on võrreldes sinepi-hiilamardikaga olnud oluliselt kõrgem ja viimane moodustab vähem kui 10% rapsipõllult kogutud proovidest (Alford et al., 2003; Veromann et al., 2006a).

Naeri-hiilamardikas on üks peamisi rapsikahjustajaid üle kogu Euroopa, nii tali- kui ka suvirapsil, kuid on siiski ohtlikum suvirapsile (Free and Williams, 1979; Williams, 2010). Eesti rapsipõldudel on naeri-hiilamardikas kõige arvukam ristõielistele taimedele spetsialiseerunud putukkahjur (Veromann et al., 2006a, 2006b). Naeri-hiilamardikas on musta värvi, sinaka või roheka läikega, umbes 1,9 mm pikk ja kuni 1,5 mm lai, tundlad koosnevad 11 lülist ning kattetiivad ei kata kogu tagakeha (Williams, 2010).

Naeri-hiilamardika noormardikad talvituvad mullas ja kõdus põlluäärealadel, rohumaadel või metsaservades (Nilsson, 1987). Talvituspaigast lahkuvad noormardikad varakevadel, kui õhutemperatuur on tõusnud 10 °C juurde. Noormardikad lahkuvad talvituspaigast ja alustavad küpsussöömist, mis võib kesta kuni kaks nädalat, toitudes erinevatel kevadel õitsevate taimede õietolmust (Free and Williams, 1978). Kui keskmine õhutemperatuur ületab 12 °C, otsivad naeri-hiilamardikad ristõielisi taimi, et paarituda ning õiepungadesse muneda (Free and Williams, 1978; Ekbom and Borg, 1996). Naeri-hiilamardikate munemisperiood on pikk ja munad valmivad pidevalt emase putuka elu jooksul (Ekbom and Ferdinand, 2003). Munemiseks valib naeri-hiilamardikas vähemalt 3 mm pikkuse õiepunga, mille põhja närib augu ning muneb sinna 2–3 muna, millest kooruvad vastsed mõne päeva jooksul (Free and Williams, 1978; Hervé et al., 2015). Kui hiilamardikad saavad rapsipõllule taimede roheline punga kasvustaadiumis (BBCH 51–59 (Meier, 2001)) ja toituvad õiepungade sees olevast õietolmust, siis tekitataksegi rapsisaagile oluline kahju. On leitud, et roheline punga kasvustaadiumis tekitatud kahju võib hävitada 80% saagist (Nilsson 1987; Büchi 2002), kuid peale seda kui rapsi õied on avanenud, on õietolm naeri-hiilamardikatele kergemini kättesaadav ja olulist kahju enam ei tekitata (Free and Williams, 1978).

Oma toidutaimede otsingul kasutavad naeri-hiilamardikad nii nägemismeelt, otsides peamiselt kollaseid õisi, kui ka haistismeelt, kus rapsitaimede poolt eritavad glükosinolaadid mardikaid meelitavad (Cook et al., 2007). Oma toidutaimeni lendavad naeri-hiilamardikad peamiselt vastu tuult, orienteerudes lõhna-aistingutele (Williams and Cook, 2010; Mauchline et al., 2017). On leitud, et 12 °C juures on *B. aeneus* võimeline lendama lühikesi vahemaid, kuid pikemate vahemaade läbimiseks peab õhutemperatuur tõusma vähemalt 15 °C. Isegi suhteliselt lühiajaliselt kestvad soojad ilmad võivad viia ekstensiivse levimiseni.

Kui talirapsi ja suvirapsi põllud asuvad lähestikku, võib see pakkuda naeri-hiilamardikatele pikaajalist ressursi ja toiduallikat (Ekbom, 2010). Olukorras, kus talirapsi õitsemisaeg on

läbi ning põllul pole enam munemiseks sobivaid pungasid, saavad naeri-hiilamardikad oma sigimist jätkata suvirapsi põldudel, mis areneb sobivasse kasvustaadiumisse võrreldes talirapsiga hiljem (Ekbom, 2010). Suvirapsi fenoloogia tõttu on ta vastupanuvõime naeri-hiilamardikate rünnakule madalam ja seetõttu võidakse neid põlde rohkem insektitsiididega töödelda, selleks, et vähendada tekitatavat kahju. Eestis on naeri-hiilamardikate tõrjekriteeriumiks 1–2 mardikat taime kohta.

Rapsi kasvupindala suuremine läbi aastate on loonud rapsikahjuritele soodsad tingimused toitumiseks ja paljunemiseks (Cook and Denholm, 2008). Monokultuursed põllud ja külvikorra lihtsustamine on loonud olukorra, kus kahjurite arvukuse kontrollimiseks tuleb järjest enam kasutada sünteetilisi taimekaitsevahendeid (Williams, 2004; Barzman et al., 2015). Seetõttu on peamiselt naeri-hiilamardikate tõrjeks kasutatud taimekaitsevahendeid rutiinselt, profülaktiliselt ning seejuures peamiselt püretroididel põhinevaid kemikaale, mis on omakorda tekitanud probleemi resistentsete naeri-hiilamardikatega (Ekbom, 2010). Varasemalt on leitud seos insektitsiidide kasutamiskordade ja resistentuse väljakujunemisel, ehk mida tihedamalt kasutati insektitsiide, seda kiiremini tekkis resistentus (Richardson, 2008). Resistentus insektitsiidide suhtes ei ole probleemiks ainult piirkondades, kus on külvatud nii tali- kui ka suvirapsi, kuigi enamikes alades kus on resistentust täheldatud, leidub mõlema kultuuri põlde (Richardson, 2008). Esmalt talirapsi põldude töötlemine insektitsiididega ning seejärel suvirapsi, tõstab naeri-hiilamardikate populatsiooni kokkupuudet kemikaaliga mitmekordseks ning kuna putukad saavad vabalt liikuda põldude vahet võib sama putukas esineda mõlemal põllul (Ekbom, 2010). Resistentuse probleem on aga tekitanud järjest enam vajadust uute tõrjemeetodite järele ning seetõttu järjest enam tähtsustatakse erinevate maastikuelementide, looduslike vaenlaste ja uudsete liigispetsiifiliste taimekaitsevahendite olemasolu ja rakendamist.

1.3. Parasitoidid

Putukkahjurite arvukust saavad ohjata nende looduslikud vaenlased, milleks võivad olla entomopatogeensed seened, nematoodid, röövtoidulised organismid sh parasitoidid (Ekbom, 2010). Olulisel kohal on röövtoidulised putukad sh parasitoidid, kelle puhul on leitud, et naeri-hiilamardikate arvukus võib tänu neile väheneda 58–93% (Buchs and Nuss, 2000). Tähtsamad röövtoidulised putukad on jooksiklased (Carabidae) aga ka lisaks lühitiiblased (Staphylinidae), lepatriinulased (Coccinellidae) ja sirelased (Syrphidae) (Alford, 2000). Stabiilsemaks ja efektiivsemaks bioloogilise kahjuritõrje agentideks peetakse parasitoide. Parasitoidide rühm on suur ning sellesse rühma kuuluvad nii kiletiivaliste (Hymenoptera), kahetiivalised (Diptera) kui ka liblikaliste (Lepidoptera) seltsi esindajad (Teder, 1998). Samas peetakse kõige efektiivsemateks kiletiivaliste (Hymenoptera) seltsi kuuluvaid parasitoide.

Tulenevalt vastsete toitumisest, saab eristada kiletiivalisi parasitoide vastavalt, kas endo- või ektoparasitoidideks (Godfray, 1994; Ulber et al., 2010b). Ektoparasitoidid munevad peremees-organismi peale, mille järel munast kooruv parasitoidi vastne toitub väljastpoolt peremehest ning takistab tal edasi arenemist ning seitse kuni kümme päeva hiljem on ta kogu peremees-organismi ära söönud ning alles jätnud ainult peakapsli ja kesta (Murchie et al., 1999; Ulber et al., 2010b; Haye et al., 2018). Endoparasitoidid seevastu munevad otse oma peremehe sisse ning elavad peremeesorganismi sees kuni nukkumiseni (Alford et al., 2003). Enne munemist paralüseerivad nad oma ohvri ning parasitoidi vastne hakkab arenema peremehe sees kuni lõpuks peremees sureb (Askew, 1986). Lisaks sellele jagatakse parasitoide ka vastavalt sellele, millises arengujärgus nad oma peremeest parasiteerivad. Seega saab jagada neid vastavalt muna-, vastse-, nuku- või valmikuparasitoidideks (Teder, 1998). Peremeesputukat võivad rünnata parasitoidid tema erinevatel kasvujärgudel ning lisaks võib samaaegselt teda parasiteerida ka mitu parasitoidi. Parasitoidid võivad peremeesputukat parasiteerida ühe liigi kaupa, ehk üks parasitoid muneb ühte peremehesse ning rohkem sinna keegi ei mune. Tihtipeale aga leidub ka superparasitismi ning sellisel juhul muneb juba parasiteeritud peremehesse ka mõni teine sama liiki emane parasitoid; juhul kui emane on mõnest teisest liigist, nimetatakse sellist nähtust multiparasitismiks (Godfray, 1994). Enamik parasitoidide liike ei suuda tuvastada, kas peremeesputukas on

juba parasiteeritud (kas sama liigi või mõne teise poolt) ning seetõttu on multiparasitism pigem reegel kui erand (Ulber et al., 2010b).

Naeri-hiilamardika võtme parasitoidid ja efektiivset bioloogilist kontrolli pakkuvad endoparasitoidid on *Phradis interstitialis* (Thomson), *Phradis morionellus* (Holmgren) ja *Tersilochus heterocerus* (Thomson). *Phradis interstitialis* on neist esimene, kes ilmub rapsipõllule üheaegselt naeri-hiilamardika põllule saabumisega ning *P. morionellus* ja *T. heterocerus* tulevad põllule kui naeri-hiilamardika vastsed on juba taimede pungades või õites (Williams and Ferguson, 2010). Selleks, et need parasitoidi liigid saaksid üksteist välistamata eksisteerida, peab nende ajaline ja ruumiline jaotus olema erinevad (Berger et al., 2015). Mõlemad perekonna *Phradis* liigid munevad pungadesse, samas kui *T. heterocerus* toimetab põhiliselt rapsi õitel ning mõnda üksikut isendit on nähtud ka kollastel pungadel (Berger et al., 2015). Kui ühte vastsesse juhtuvad munema nii *T. heterocerus* kui *P. interstitialis*, siis on viimasel eelis, tõenäoliselt seetõttu, et tema vastne koorub munast varem (Nilsson, 2003).

Kõigil neil parasitoidi liikidel on väga sarnane bioloogia. Emane otsib üles naeri-hiilamardika vastse ja muneb sinna. Suurem osa parasitoidi vastse arenemisest toimub naeri-hiilamardika nuku faasis (Nilsson, 1985). Umbes kuu aega pärast parasitoidi nukkuma jäämist areneb ta valmikuks, kuid parasitoid jääb diapausi samale rapsipõllule kuni järgneva kevadeni, väljudes sealt umbes samal ajal, mil naeri-hiilamardikad on kohale jõudnud (Nilsson, 2003). Hiilamardika võtmeparasitoidid suudavad soodsates tingimustes hoida kahjurputuka populatsiooni arvukuse kontrolli all, mille tulemusel vajadus sünteetiliste taimekaitsevahendite vastu väheneb (Alford et al., 2003; Mauchline et al., 2018). Lisaks eelpool nimetatud liikidele on talirapsilt leitud ka parasitoidi *Diospilus capito* (Nees) liiki, kuid suvirapsil leidub teda palju arvukamalt ja levinumalt (Ulber et al., 2010b). *Diospilus capito* on samuti endoparasitoid, kellel võib olla kaks kuni kolm põlvkonda järglasi aastas (Nilsson, 2003). *Diospilus capito* emane ei ole nii valiv ja muneb nii esimese kui ka teise kasvujärgu vastsetesse, olenemata sellest, kas vastsed asuvad pungades või õites (Osborne, 1960). Uus põlvkond väljub umbes 10 päeva pärast seda kui nende peremeesvastne mulda nukkuma laskus (Nilsson, 2003).

Sarnaselt peremehele, kasutavad parasitoidid peremehe otsingul lõhna- ja nägemismeeli (Williams and Cook, 2010). Kuna peale herbivooride poolt tehtud kahjustust muutuvad taime poolt eritatavad lõhnad, on see oluline vihje parasitoididele, kus nende peremees asub

(De Moraes et al., 1998, 2000). Parasitoid suudab seostada peremeesorganismilt pärit signaale, taimedelt pärinevate signaalidega ja seega suurendab oma peremehe otsimise edukust tunduvalt (Mauchline et al., 2018). Selleks, et tuvastada peremees-vastse täpset paiknemist taimel, kasutatakse spetsiifilisemaid vihjeid, milleks on madalama lenduvusega kemo-aistilised signaalid, nägemis- ja kompimismeel (Williams and Cook, 2010). *Phradis interstitialis* tunneb ära pungad, kuhu naeri-hiilamardikas on munenud ja muneb ainult nendesse pungadesse (Berger et al., 2015). *Phradis morionellus* eelistab nii naeri-hiilamardika poolt asustatud pungade kui ka õite lõhna, ning muneb pungadesse, mis sisaldavad ainult vastseid. *Tersilochus heterocerus* eelistab naeri-hiilamardika poolt asustatud õite lõhna ja muneb esimese kasvujärgu vastsetesse.

Parasitoidide talvitumise suremus võib olla kõrge (kuni 50%) ja on leitud, et neid mõjutab negatiivselt ka põlluharimine (Nilsson, 1985; Ulber et al., 2010b). Minimeeritud maaharimine ja otsekülv soodustavad parasitoidide ellujäävust (Nilsson, 1985, 2010). Kündmisel pööratakse mullakiht tagurpidi, mis viib nukkumiskambrid 15–25 cm sügavusele, kuid nende optimaalne sügavus on maksimaalselt 5 cm, kust nad suudavad edukalt maapinnale ronida. Tänapäeva tehnika võimaldab künda ka ainult 5 cm sügavuselt, mis talvituvaid putukaid negatiivselt ei mõjuta. Erinevad katsed on näidanud, et kündmine vähendab parasitoidide arvukust 25–90% (Nilsson, 2010). Seetõttu tuleks taimekasvatajatele soovitada otsekülvi ja minimeeritud, mulda mitte ümberpööravat pinnase harimist pärast rapsisaagi koristust, et seeläbi säästa talvituvaid parasitoide. Lisaks sellele saab parasitoidide esinemist soodustada külvates põllu servadesse õitsevate taimedega ribasid, kuna need pakuvad lisatoitu (nektarit) parasitoididele (Williams and Ferguson, 2010). Leiti, et kui õitsevat suvirapsi töödelda püretroididega, kahanes parasitoidide arvukus umbes 50%, võrrelduna töötlemata põlluga (Ulber et al., 2010a). On leitud, et tau-fluvalinaadi (klass: püretroid) mõju on parasitoididele väiksem kui lambda-tsühalotriinil (klass: püretroid), seetõttu, tuleks püretroididega pritsimisel rakendada soovituslikust doosist ainult pool kogust, selleks, et säilitada parasitoidide populatsioone põllul (Ulber et al., 2010a). Kuna naeri-hiilamardikad koonduvad põlluservaaladele rapsi rohelise punga faasis ja õitsemise ajal, siis on mõistlik töödelda insektitsiididega ainult põllu servaalasid, kuna seeläbi ei mõjuta see otseselt parasitoide, kes tegutsevad ka põllu keskel (Ulber et al., 2010a).

2. MATERJAL JA METOODIKA

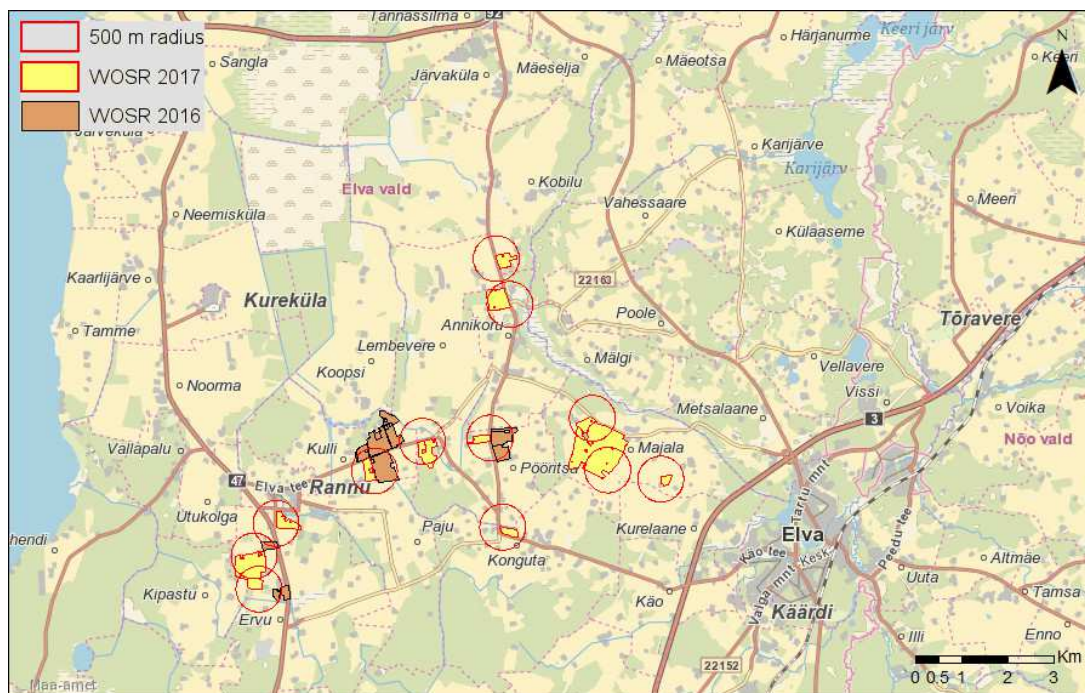
2.1. Katsealad

Käesolev katse viidi läbi talirapsi tootmispõldudel Tartumaal Elva vallas 2017. aastal. Kokku oli katses 12 põldu, millest kuus asusid lähemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põldudest ning kuus põldu asusid kaugemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust (Joonis 1.). Talirapsi põldude vahelised kaugused on välja mõõdetud ArcGIS abil ning vahemaad on kajastatud tabelis 1.

Tabel 1. Katsepõldude kaugused eelmise aasta talirapsi põldudest

Põllu nimi	<500 m / >500 m	Kaugus eelneva aasta talirapsi põllust (meetrid)
1. Kasetalu	>500m	700
2. Kuivati	>500m	810
3. Järveoja	>500m	1650
4. Majala	>500m	2150
5. Ojasaar vasak	>500m	3320
6. Konguta alajaam	>500m	1440
7. Fedka	<500m	15
8. Pender	<500m	390
9. Uue-paju	<500m	20
10. Järve tee	<500m	330
11. Anija	<500m	300
12. Anija 2	<500m	230

Katsepõllud olid keskmiselt 23 hektari suurusel, talirapsi sordiks oli Mercedes ning taliraps oli külvatud vahemikus 15.08.2016–23.08.2016. Katses osalenud talirapsi põldudel rakendati sarnaseid agrotehnilisi võtteid (Lisa 1.).



Joonis 1. Talirapsi (WOSR) põldude paiknemise skeem 2016. ja 2017. aastal. Skeemi autor Gabriella Kovács.

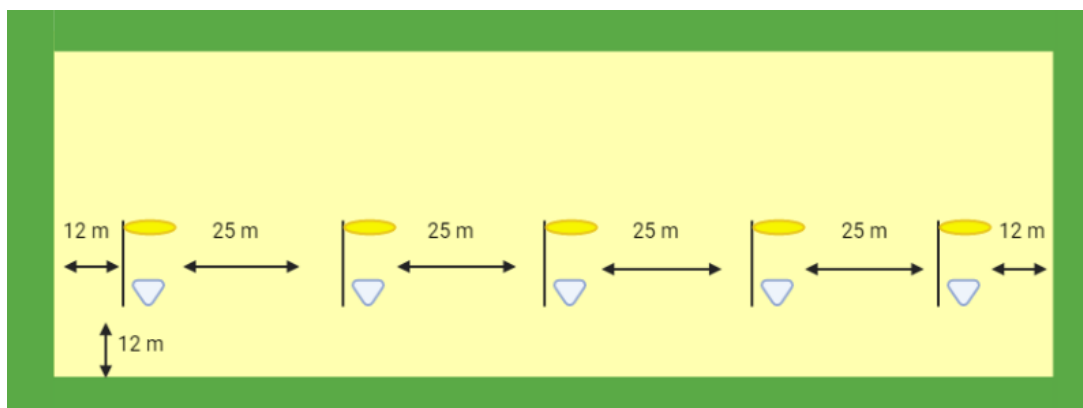
2.2. Kollaste vesipüüniste katse

Naeri-hiilamardikate ja parasitoidide arvukuse ning parasitoidide liigilise koosseisu hindamiseks talirapsi põldudel kasutati kollaseid vesipüüniseid (kollane värv on tugev atraktant nii naeri-hiilamardikatele kui tema parasitoididele). Vesipüünisteks olid 500 ml plastikust kaussid, mis värviti seespoolt kollase UV-erksa värviga (Sparvar Leuchtfarbe, Spray Color GmbH, Merzenich, Germany), et suurendada kauss-lõksude atraktiivsust eeskätt UV-spektris. Kollased vesipüünised paigaldati põldudele ajal kui rapsitaimed olid kollase punga staadiumis (BBCH 57–59). Igale põllule pandi 25 meetriste vahedega viis püünist, mis asusid 12 meetri kaugusel põllu äärest (Joonis 2.). Põldude peale kokku oli 60 püünist. Püünised kinnitati puidust postide külge nii, et nad jäid rapsitaimede latvadega samale kõrgusele ning vastavalt taime kasvule reguleeriti püüniste kõrgust. Iga püünis täideti ~300 ml kraaniveega, kuhu lisati väike tilk lõhnatud öko-nõudepesuvahendit, et murda vee

pindpinevust, mis on oluline selleks, et vette lennanud putukad ei saaks minema lennata. Püüniseid tühjendati kaks korda nädalas kuni talirapsi õitsemise lõpuni. Püüniste sisu kurnati läbi peene võrgusilmaga kanga, pakendati sildistatud minigrip kottidesse ja hoiustati -20 °C kuni määramiseni. Kollastest vesipüünistest saadud entomoloogiline materjal sorteeriti ja määrati laboris järgmiste gruppide ni: naeri-hiilamardikad (*Brassicogethes aeneus*), peitkärsakad (*Ceutorhynchus* sp), kõdrasääsk (*Dasineura brassicae* Winn.), kiletiivalised parasitoidid (*Parasitica*) (hiilamardika parasitoidid määrati liigini), meemesilased (*Apis mellifera* L.), kimalased (*Bombus* sp) ja erakmesilased. Parasitoidide määramiseks kasutati Olympus SZ-CTV stereo mikroskoopi (Olympus Optical Co, Ltd, Japan) ja Ferguson et al., (2010) määrajat.

2.3. Lehterpüüniste katse

Naeri-hiilamardika vastsete arvukuse ja nende parasiteerituse taseme määramiseks kasutati lehterpüüniseid. Lehterpüünised paigutati põllule 01.06.2017 (BBCH 65), kui 50% peavarre õitest oli avanenud ning eemaldati põllult 19.06.2017, kui raps oli õitsenud (BBCH 69–70). Vastsete kogumiseks kasutati 31 cm diameetriga lehtreid, mille põhjas oli kogumistops. Püünised paigaldati talirapsi põldudele õitsevate rapsitaimede alla ning kogumistopsid kaevati maa sisse, et nad püsiks maapinnal stabiilselt. Igal põllul oli viis püünist, 12 meetri kaugusel põlluservast ja 25 meetriste vahedega üksteisest (Joonis 2.).



Joonis 2. Kollaste vesipüüniste ja lehterpüüniste paiknemise skeem katsepõldudel.

Kokku oli põldudel 60 lehterpüünist. Lehterpüüniseid tühjendati iganädalaselt. Kogumistopsi ja lehtri sisu kurnati õhukesele kangale, mis seejärel pakendati sildistatud minigrip kottidesse. Proovid toodi laborisse, kus need samal päeval sorteeriti. Kogutud vastsed loeti üle ning naeri-hiilamardika vastsed säilitati Eppendorf topsides destilleeritud vee lahuses sügavkülmas $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ juures, kuni lahkamiseni. Naeri-hiilamardika vastsete lahkamine teostati optilise mikroskoobi Olympus SZ60 (Olympus Optical Co, Ltd, Japan) all, klaasalusel, kuhu lisati parema nähtavuse saamiseks tilk rohelist toiduvärvi lahust. Lahkamiseks kasutati entomoloogilisi nõelu: ühe nõelaga hoiti vastse tagaotsast kinni, teisega eemaldati peakapsel ning seejärel nõrga survega libistati nõela abil vastse sisemust pea suunas väljapoole. Lahkamisprotsessi vältel jälgiti hoolikalt, kas leidub parasitoidide mune või vastseid ning kuna osade parasitoidide vastsete keha ja muna on läbipaistev, on toiduvärvi rolliks tuua esile nende parasitoidide vastsed ja munad. Vastse ja muna staadiumis parasitoidide määramiseks kasutati Osborne (1965) määraja.

2.4. Andmete statistiline analüüs

Andmete analüüsimiseks kasutati programme Microsoft Excel 2013 ja R studio v1.2.1335 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria). Naeri-hiilamardikate parasiteerituse taseme võrdluses põldude vahel ning põllu gruppide vahel analüüsiti üldise lineaarse mudeli abil (GLM), Wald 3 testiga. Parasiteeritud vastsete arvukuse võrdluses, kasutati üldise lineaarse mudeli (GLM) Poissoni jaotust, koos log-link funktsiooniga. Variantide vaheliste erinevuste välja selgitamiseks kasutati R pakette „agricolae“ ja „emmeans“ ning post-hoc Tukey testi. Andmed loeti statistiliselt erinevaks kui $p < 0,05$.

2.5. Töörühm

Töörühm, mille juht oli Eve Veromann, koosnes kuuest inimesest: Gabriella Kovács, Jonathan Willow, Kätlyn Kaart, Simon Regonen, Silva Sulg ja Triin Lõhmus. Käesoleva töö autor osales entomoloogilise materjali kogumises, proovide sorteerimises laboris, entomoloogilise materjali määramises ja naeri-hiilamardika vastsete lahkamises ning leitud parasitoidide vastsete ja munade määramises.

3. TULEMUSED JA ARUTELU

3.1. Kollaste vesipüüniste tulemused

Kollaste vesipüünistega püüti kokku 4 545 naeri-hiilamardikat. Olulist erinevust põldude vahel, mis asusid lähemal kui 500 meetrit ning kaugemal kui 500 meetrit eelneva aasta talirapsi põllust, naeri-hiilamardika valmikute arvukuses ei leitud. Põldudel, mis asusid lähemal kui 500 meetrit eelneva aasta talirapsi põllust püüti kokku 2280 mardikat ja põldudel mis asusid kaugemal, 2265 mardikat. Naeri-hiilamardikad suudavad tuvastada peremeestaimed avatud maastikul tunduvalt kergemini, kui mitmekesisest maastikes (Veromann et al., 2009). Seda kinnitab ka Thies et al. (2003), et rapsitaimede kahjustus naeri-hiilamardika poolt ja nende suremus parasitismi läbi on omavahel seotud mitmekesise maastiku kaudu. Mitmekesine maastik, kus on olemas erinevaid maastikuelemente, on oluline kahjurite looduslikele vaenlastele, sest pakub lisa toitu, puhke- ja talvitumispaidu ning alternatiivseid peremeesorganisme ja -taimi, võrreldes monokultuurse maastikuga (Thies et al., 2003; Heimpel and Jervis, 2005; Jonsson et al., 2008; Jeanneret et al., 2016; Bartual et al., 2019). Lisaks on oluline ja seda just kahjurite seisukohast, hoida aegruumilist eraldatust tootmispõldude vahel, kuna see on üks viisidest, kuidas takistada kahjurite levikut järgneva aasta põllule (Rusch et al., 2013).

Samas leiti talirapsipõldudelt, mis asusid lähemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust, oluliselt rohkem naeri-hiilamardika parasitoide (Wald III test $\chi^2 = 19,72$; $df=1$ $p < 0,0001$). Naeri-hiilamardika peamised parasitoidi liigid on *P. interstitialis*, *P. morionellus*, *T. heterocerus* (Ferguson et al., 2010). Lisaks vaadati ka *D. capito* arvukust, kuna ta võib oluliselt mõjutada naeri-hiilamardikate arvukust. Põldudel, mis asusid lähemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust leiti 107 naeri-hiilamardika parasitoidi ja põldudel, mis asusid kaugemal kui 500 meetrit, leiti ainult 50 naeri-hiilamardika parasitoidi. Kahekordne arvukuse vahe tekkis tõenäoliselt seetõttu, et naeri-hiilamardika parasitoidid talvituvad põllul, kus eelneval aastal kasvas raps (Ulber et al., 2010b), mille tulemusel oligi lähedal asuv põld lihtsamini leitav parasitoididele. Kokku leiti vesipüüniste proovidest 157 parasitoidi.

Phradis interstitialis't leiti küll veidi rohkem põldudelt, mis asusid kaugemal kui 500 meetrit eelneva aasta talirapsi põllust, kuid statistiliselt olulist erinevust ei leitud (Wald III test $\chi^2=3,33$; $df=1$ $p=0,07$). Põldudel, mis asusid lähemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust, leiti 7 isendit ja põldudel, mis asusid kaugemal kui 500 meetrit, leiti 16 isendit. *Phradis morionellus*'t leiti oluliselt rohkem põldudelt, mis asusid lähemal eelneva aasta talirapsi põllule (Wald III test $\chi^2=4,61$; $df=1$ $p=0,03$). Põldudel, mis asusid lähemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust, leiti 12 isendit ja põldudel, mis asusid kaugemal kui 500 meetrit, leiti 3 isendit. Sarnaselt *P. morionellus*'ele, leiti *T. heterocerus*'t statistiliselt oluliselt rohkem põldudelt, mis asusid lähemal kui 500 meetrit eelneva aasta talirapsi põllule (Wald III test $\chi^2=24,67$; $df=1$ $p<0,0001$). Põldudel, mis asusid lähemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust, leiti 86 isendit ja põldudel, mis asusid kaugemal kui 500 meetrit, leiti 30 isendit. On leitud, et nii *P. morionellus*, *P. interstitialis* kui ka *T. heterocerus*'t mõjutavad mitmekesine maastik, samuti on pool-looduslike maastike osakaal oluline, et suurendada parasitoidide efektiivsust ja arvukust (Rusch et al., 2011).

Diospilus capito't leiti kollastest vesipüünistest katse-aastal kõige vähem ning statistiliselt olulist erinevust põldude vahel ei leitud. Põldudel, mis asusid lähemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust, leiti 2 isendit ja põldudel, mis asusid kaugemal kui 500 meetrit, leiti 1 isend. Varasemad uuringud nii suvi- kui ka talirapsil on leidnud oluliselt rohkem *D. capito*'t, võrreldes antud töös leitud tulemustega. Veromann (2007) leidis kollaste vesipüüniste katses suvirapsilt üle 180 isendi ja talirapsi põllult üle 120 isendi. *Diospilus capito* saabub põllule võrreldes teiste parasitoididega hiljem, mistõttu leiti teda varasemalt rohkem suvirapsi põldudelt ning seetõttu sobiksid paremini alad, kus kasvatatakse nii suvi- kui ka talirapsi koos. Nii saab *D. capito* parasiteerida neid vastseid, kes on munetud hiljem ja liikuda edasi suvirapsi põllule, et seal pakkuda efektiivset bioloogilist tõrjet, läbi terve õitsemise perioodi. Selline lähenemine, kus koos kasvatada nii suvi- kui ka talirapsi, suurendab aga kahjurite levikut (Nilsson, 2003). Lisaks suurendab *D. capito* levikut Brassicaceae perekonda kuuluvate taimede rohkus põllu äärtes, kuid seejuures on oluline mitte põlluservi pritsida herbitsiididega (Nilsson, 2003), kuna sellel on negatiivne mõju kasurputukatele (Sharma et al., 2018). *Diospilus capito* oleks naeri-hiilamardikate looduslikus tõrjes oluline liik, kuna on leitud, et *D. capito* on võimeline teised parasitoidi liigid oma peremeesorganismist välja tõrjuma ning kui peremeesorganism üritab teda kapseldada, on ta võimeline end sealt vabastama (Nilsson, 2003). Naeri-hiilamardikate peamisi parasitoidide on suhteliselt hästi uuritud, kuid siiski pole teada olulisi aspekte nende

bioloogia osas, nagu näiteks lennuaktiivsus ja -võimekus, alternatiivsete peremeeste esinemine, talvitumisbioloogia, taimekaitsevahendite mõju jne. mis on oluline teave selleks, et suurendada nende efektiivsust bioloogilises kontrollis.

3.2. Lehterpüüniste tulemused

Kokku lahati 870 naeri-hiilamardika vastset. Mulda nukkuma laskuvate naeri-hiilamardika vastsete arvukus oli keskmiselt 69,05 vastset m² kohta. Statistiliselt oluliselt rohkem leiti vastseid põldudelt, mis asetsesid eelmise aasta põldudest kaugemal kui 500 meetrit (Wald III test: $\chi^2=12,48$; $df=1$; $p<0,001$). Keskmiselt leiti kaugematelt põldudelt 92,7 vastset m² ning lähematelt põldudelt 45,4 m² kohta. Kõige vähem leiti vastseid ühe ruutmeetri kohta Järve tee põllult (13,33) ning kõige rohkem Ojasaar Vasak põllult, kus leiti 175,24 vastset ruutmeetril. Põldude omavahelises võrdluses oli nukkuma laskunud vastsete arvukus statistiliselt oluliselt erinev (Wald III test: $\chi^2=45,90$; $df=11$; $p<0,0001$). Üldiselt oli siiski nukkuma laskuvate naeri-hiilamardika vastsete arvukus madal ning võrreldes antud katse tulemusi Hausmann et al. (2019) tulemustega, kus leiti ühelt ruutmeetrit 3500 vastset, mis kahe aastaga langes 450 vastseni, siis antud katse leitud vastsete hulk oli ligikaudu 7 korda madalam.

Lahkamise käigus selgus, et 870 vastsest oli parasiteeritud 321 vastset, millest omakorda 240 oli ühekordselt parasiteeritud, 40 vastsel esines superparasitismi ja 41 multiparasitismi. Nii multi- kui ka superparasitismi esinemine on tavaline, sest naeri-hiilamardika parasitoidid ei diskrimineeri juba parasiteeritud vastseid ja munevad ka nendesse (Ulber et al., 2010b). Samas on tähtis see, et nii multi- kui ka superparasitismi puhul jääb ellu siiski ainult üks parasitoid vastse kohta, kes oma moonde saab lõpuni viia (Ulber et al., 2010b).

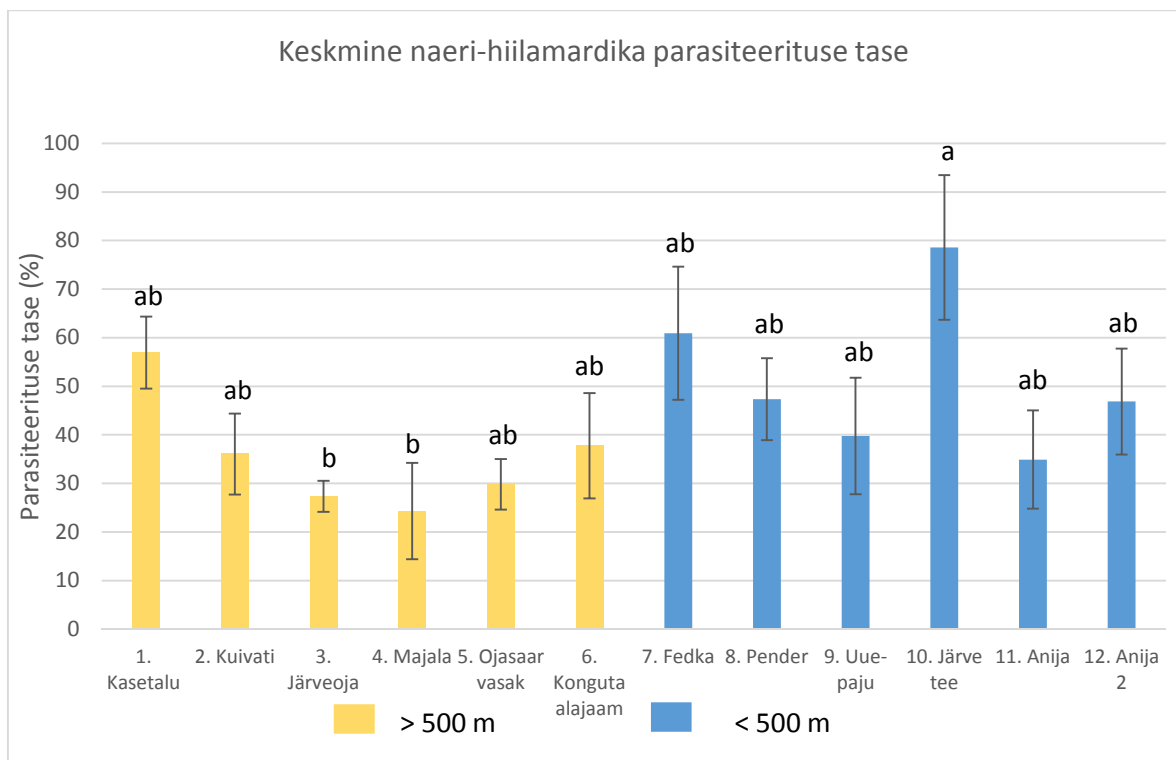
Keskmine parasiteerituse tase kokku põldudel oli 42,47% ($\pm 2,96$) ning kaugus eelmise aasta talirapsi põllust mõjutas statistiliselt oluliselt parasiteerituse taset (Wald III test $\chi^2=5,40$; $df=1$, $p = 0,02$). Põldudel, mis asusid lähemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust, oli parasiteerituse tase 49,46% ($\pm 4,82$) ja põldudel, mis asusid kaugemal kui 500 meetrit

eelmise aasta talirapsi põllust, oli parasiteerituse tase 35,94% ($\pm 3,35$). Erinevates uurimustes on leitud, et maastikud, kus peremeestaimedega põldude osakaal on suurem, võivad mõjutada nii kahjurputukaid kui ka looduslike vaenlaste arvukust, kuid uuringute tulemused on olnud vastuolulised, sest mõju võib olla nii positiivne kui ka negatiivne (Rusch et al., 2010; Veres et al., 2013). Samas on ka leitud, et mitmekesine maastik suurendab oluliselt naeri-hiilamardikate parasiteerituse taset (Thies and Tschardtke, 1999). Kui suurem osa põllumajanduslikust maastikust on rapsi kasvuala, võib see mõjutada nii naeri-hiilamardikate valmikute kui ka vastsete arvukust ning vähendada ka parasiteerituse taset (Schneider et al., 2015). Lisaks on leitud, et naeri-hiilamardika parasiteerituse tase on positiivselt seotud saagi suurusega ja teeäärsete ribade ja hekkidega 250 meetri raadiuses (Zaller et al., 2009).

Võrreldes antud töö tulemusi näiteks kõdra-peitkärsaka parasiteeritusega, on selge, et eelneva aasta rapsipõldude kaugus jooksva aasta põllust (antud juhul 500 meetriline vahemaa) mõjutab neid kahte rapsi kahjuri liiki ja nende parasitoidide erinevalt. Sulg (2019), leidis, et parasiteerituse tase oli kõrgem talirapsi põldudel, mis asusid kaugemal kui 500 meetrit eelneva aasta talirapsi põllust, võrreldes põldudega, mis asusid lähemal kui 500 meetrit eelneva aasta talirapsi põllust. Käesoleva töö tulemused on aga vastupidised ja seda saab selgitada parasitoidide erinevate arengu- ja talvitumisviisidega. Peamised naeri-hiilamardika parasitoidid lõpetavad oma arengu alles siis kui peremees-organism on mulda nukkuma laskunud. Nad talvituvad hiilamardika vastse jäänuste kõrval, enda poolt valmistatud kookonis ja väljuvad talvituspaigast järgneval aastal (Ulber et al., 2010b). Seevastu kõdra-peitkärsaka parasitoidi vastsed on ektoparasitoidid ja lõpetavad oma arengu samal aastal, kõdra sees ja lahkuvad põllult enne kui algab saagikoristus ning talvituvad põlluserva aladel (Ulber et al., 2010b). Käesolev töö näitab, et tulenevalt parasitoidide arengu erinevustest on vaja integreeritud põllumajanduses kasutada erinevaid lahendusi ja tuleb arvestada sellega, et kasurite arengud on erinevad ning seetõttu tuleb arvestada kasulike putukate bioloogia eripäradega ning mitte alati ei sobi kõik majandamise meetodid kõikidele organismidele ühtemoodi.

Ka põldude vahel erines parasiteerituse tase oluliselt (Wald III test $\chi^2 = 38,78$; $df = 11$; $p < 0,001$; joonis 3.). Kõige kõrgema parasiteerituse tasemega oli Järve tee põld, kus parasiteerituse tase oli 78,57% ($\pm 9,91$) ning kõige madalam oli Majala põld, kus parasiteerituse tase oli 24,31% ($\pm 14,87$). Naeri-hiilamardika parasiteerituse tase on

Euroopas jäänud 25% kuni 50% vahele (Ulber et al., 2010b), kuid on leitud ka kuni 90%-list parasiteerituse taset. Eestis on naeri-hiilamardika parasiteerituse tase olnud kuni 48% (Veromann et al., 2013), kuid põldudel, kus rakendatakse tavapäraseid põllumajandusmeetmeid, on parasiteerituse tase jäänud ka alla nelja protsendi (Veromann et al., 2009). Käesolevas töös jäi katsepõldudel parasiteerituse tase 24–78% vahele. Selleks, et parasitoidide poolt pakutav bioloogiline tõrje oleks efektiivne, peaks parasiteerituse tase olema vähemalt 30% (Hokkanen, 2008). Antud katses ei olnud ainult kolmel põllul, mis asusid kaugemal kui 500 meetrit, tõhusaks kontrolliks vajalik tase saavutatud. Veromann et al. (2009) on leidnud, et tavatootmispõllul leidub tunduvalt rohkem naeri-hiilamardika valmikuid ja vastseid, võrrelduna mahepõlluga, ning viimasel on vastsete parasiteerituse tase tunduvalt kõrgem (kummalgi põllul ei kasutatud insektitsiide). Multiparasitismi oli keskmiselt 14,92% ($\pm 2,47$). Põldudel, mis asusid lähemal kui 500 meetrit oli 20,98% ($\pm 2,42$) ja põldudel, mis asusid kaugemal kui 500 meetrit oli 9,24% ($\pm 2,87$), kuid statistiliselt olulist erinevust katsepõldude vahel ei leitud ja lisaks ei olnud oluline, kas põld asus lähemal, kui 500 meetrit eelneva aasta rapsipõllust või kaugemal kui 500 meetrit.



Joonis 3. Keskmine (\pm SE) naeri-hiilamardika parasiteerituse tase (%) erinevatel talirapsi põldudel, mis asusid lähemal kui 500 meetrit (<500 m) või kaugemal kui 500 meetrit (>500 m) eelmise aasta talirapsi põllust, 2017. aastal Tartumaal. Erinevad tähed tähistavad statistiliselt olulist erinevust põldude vahel ($p < 0,05$).

3.3. Parasitoidide liigiline koosseis vastsetes

Lahatud naeri-hiilamardika vastsetest leiti parasitoidide liike, keda peetakse naeri-hiilamardikate võtmeparasitoidideks. Enim leiti liiki *T. heterocerus*, seejärel *P. morionellus* ning kõige vähem leiti *D. capito* liiki. Lisaks leiti kaks vastset, keda polnud võimalik määrata. Ühtegi *P. interstitialis* liiki ei leitud. Esines nii üksik-, multi- kui ka superparasitismi. Peamine multiparasiteerija oli *T. heterocerus*, mis on selle liigi puhul tavaline nähtus (Ulber et al., 2010b). Kuna on leitud, et multiparasitism on *P. morionellus* ja *D. capito* puhul väga madal (Billqvist and Ekblom, 2001) ja lähtudes antud töö tulemustest, võib eeldada *T. heterocerus* on ainuvastutav multiparasitismi eest. Domineerivaks liigiks käesolevas töös oligi *T. heterocerus* ning seda kinnitavad ka varasemad uuringud, kus on leitud, et *T. heterocerus* on peamine naeri-hiilamardika parasitoid (Nilsson, 1985; Büchi, 2002; Nilsson, 2003). Kokku 321 lahatud vastsest oli 253 parasiteeritud *T. heterocerus*'e poolt, millest 172 olid ühekordselt parasiteeritud (ÜP), 40 superparasiteeritud (SP) ning 41 multiparasiteeritud (MP). Huvitava kombel leidis *T. heterocerus*'st rohkem põldudel, mis olid kaugemal kui 500 meetrit (108 ÜP, 17 SP, 23 MP) eelmise aasta rapsipõldudest, see-eest kollaste vesipüüniste katses selgus, et *T. heterocerus* oli rohkem esindatud põldudel, mis asusid lähemal kui 500 meetrit eelneva aasta talirapsi põllust. Parasitoidide lennuaktiivsust ja -võimekust on vähe uuritud, seega ei saa tulemuste põhjal teha järeldust, et *T. heterocerus* on võrreldes *P. morionellus*'ega parem lennuvõime ning on seetõttu suuteline kaugemale levima. Tulemuste kinnitamiseks oleks vaja teha põhjalikumat uurimust, et välja selgitada naeri-hiilamardika parasitoidide lennuvõimekus, mis annaks olulist infot, planeerides põldude paiknemist maastikul. See-eest on leitud, et *T. heterocerus*'e parasiteerimise protsent oli palju kõrgem põldudel, millel servades olid õitsevate taimede ribad, võrrelduna põldudega, mis piirnesid ekstensiivselt majandatud rohumaadega (Büchi, 2002; Rusch et al., 2011). Lahkamise käigus selgus, et 33 korral esines kaks *T. heterocerus* muna peremeesorganismis, kuuel korral kolm muna ning ühes vastses leiti lausa viis *T. heterocerus* muna. *Phradis morionellus*'t esines 65 vastses ainsa parasitoidina (46 korral kaugemal kui 500 m põldudel) ja 40 korral jagades *T. heterocerus*'ega peremeesorganismi. *Diospilus capito*'t leiti ainult põldudelt, mis asusid

lähemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust. Leiti kaks isendit. Kuid olulist statistilist mõju kaugusel parasitoidi liikidele ei olnud. Sarnased tulemused olid ka vesipüüniste katses, kus kokku leiti 3 isendit, kellest kaks leiti põldudelt, mis asusid lähemal kui 500 meetrit eelneva aasta talirapsi põllust. Kuna sarnased tulemused leiti nii vesipüünistest kui ka lehterpüüniste vastsete lahkamisel, võivad tulemused viidata sellele, et *D. capito* väljub oma talvitumispäigast hiljem ning ei ole võimeline levima kaugematele aladele, võrreldes eelpool nimetatud parasitoididega.

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö eesmärgiks oli uurida, kas ja kuidas mõjutab eelneva aasta rapsipõllu kaugus naeri-hiilamardikate vastsete arvukust ja nende parasiteerituse taset talirapsil. Uurimiseesmärgi täitmiseks koguti entomoloogilist materjali 2017. aasta suvel Tartumaal Elva vallas. Kokku oli 12 katsepõldu, millest kuus asusid kaugemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust ja kuus asusid lähemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust. Uurimistöös leiti, et põldude vahelisel kaugusel oli mõju ja oluliselt rohkem leiti naeri-hiilamardika vastseid põldudelt, mis asusid eelmise aasta põldudest kaugemal kui 500 meetrit. Seevastu leiti põldudel, mis asusid lähemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust, kõrgem parasiteerituse tase võrreldes põldudega, mis asusid kaugemal kui 500 meetrit eelmise aasta talirapsi põllust. Ka vesipiüniste tulemuste põhjal leiti oluliselt rohkem naeri-hiilamardika parasitoidide põldudelt, mis asusid lähemal kui 500 meetrit võrreldes põldudega, mis asusid kaugemal kui 500 meetrit eelmise aasta rapsipõldudest. Eelmise aasta rapsipõllu lähedus soodustas *Phradis morionellus*'e ja *Tersilochus heterocerus*'e arvukust, kuid *Phradis interstitialis*'t leiti rohkem põldudelt, mis asusid kaugemal eelneva aasta talirapsi põllust. *Diospilus capito*'t esines ainult mõni üksik isend, mille põhjal järeldusi teha ei saa. Naeri-hiilamardika vastsete lahkamise tulemusel leiti, et domineerisid kaks liiki: *T. heterocerus* ja *P. morionellus*. *Diospilus capito*'t esines ainult kaks isendit. *Phradis interstitialis*'t vastsetest ei leitud.

Käesolevale tööle oli esitatud kolm hüpoteesi. Esimene hüpotees eeldas, et eelmise aasta rapsipõllu lähedus suurendab naeri-hiilamardika vastsete arvukust rapsitaimedel. Antud hüpotees kinnitust ei leidnud, kuna leiti vastseid rohkem põldudelt, mis asusid kaugemal kui 500 meetrit eelneva aasta talirapsi põllust. Teine hüpotees oli, et eelmise aasta rapsipõllu lähedus suurendab naeri-hiilamardikate vastsete parasiteerituse taset. Antud hüpotees sai kinnitust, kuna käesolevas töös leiti, et lähematel põldudel oli parasiteeritus kõrgem võrreldes põldudega, mis asusid kaugemal eelneva aasta rapsipõldudest. Viimane hüpotees eeldas, et parasitoidide liigiline koosseis ei ole mõjutatud eelmise aasta rapsipõllu

lähedusest. Sarnaselt eelnevale hüpoteesile, sai seegi kinnitust, sest antud töös leiti, et kaugus ei mõjutanud parasitoidide liigilist koosseisu nii vesipüüniste kui ka lehterpüüniste katses.

SUMMARY

The aim of this master's thesis was to investigate whether and how the distance from the previous year's winter oilseed rape field affects the abundance of pollen beetle larvae and their parasitism rate. In order to fulfil the research goal, entomological material was collected in Tartu County, 2017. In total, there were 12 experimental winter oilseed rape fields, six of which were located further than 500 meters from the previous year's winter oilseed rape fields and six were located closer than 500 meters from the previous year's winter oilseed rape fields.

In this study we found that the proximity from previous year's oilseed rape fields has an impact on the pollen beetle larvae as well as their parasitism rate. Significantly more pollen beetle larvae were found in fields that were more than 500 meters away from the previous year's fields. In contrast, fields that were closer than 500 meters from the previous year's winter oilseed rape fields had greater parasitism rates compared to fields located more than 500 meters away from the previous year's winter oilseed rape field. Based on the yellow water traps results, significantly more pollen beetle parasitoids were found in the fields that were closer than 500 meters compared to fields farther than 500 meters from the previous year's oilseed rape fields. The proximity of last year's oilseed rape field increased the number of *Phradis morionellus* and *Tersilochus heterocerus*, but more *Phradis interstitialis* were found in fields further away from the previous year's winter oilseed rape field. Only few specimens of *Diospilus capito* were found, therefore no conclusions can be drawn. As a result of the pollen beetle larvae dissection, two species were found to predominate: *T. heterocerus* and *P. morionellus*. Only two specimens of *D. capito* were found and *Phradis interstitialis* were not found in the larvae.

Three hypotheses were also sat for the present work. The first hypothesis was that the proximity of last year's oilseed rape field increases the number of pollen beetle larvae in the oilseed rape fields. This hypothesis was not confirmed, as more larvae were found in fields located more than 500 meters from the previous year's winter oilseed rape field. The second hypothesis was that the proximity of last year's rapeseed field increases the parasitism rate

of pollen beetle larvae. This hypothesis was confirmed because in the present study it was found that the parasitism in the close proximity fields was greater compared to the fields located further away. The last hypothesis was that the species composition of parasitoids is not affected by the closeness of last year's oilseed rape fields. Similar to the previous hypothesis, it was found that distance did not affect the species composition of parasitoids in both the water traps and the funnel traps.

KASUTATUD KIRJANDUS

- Agostini, M.G., Roesler, I., Bonetto, C., Ronco, A.E., Bilenca, D.** (2020). Pesticides in the real world: The consequences of GMO-based intensive agriculture on native amphibians. *Biol. Conserv.* 241, 108355.
- Albrecht, M., Kleijn, D., Williams, N.M., Tschumi, M., Blaauw, B.R., Bommarco, R., Campbell, A.J., Dainese, M., Drummond, F.A., Entling, M.H., Ganser, D., Arjen de Groot, G., Goulson, D., Grab, H., Hamilton, H., Herzog, F., Isaacs, R., Jacot, K., Jeanneret, P., Jonsson, M., Knop, E., Kremen, C., Landis, D.A., Loeb, G.M., Marini, L., McKerchar, M., Morandin, L., Pfister, S.C., Potts, S.G., Rundlöf, M., Sardiñas, H., Sciligo, A., Thies, C., Tscharntke, T., Venturini, E., Veromann, E., Vollhardt, I.M.G., Wäckers, F., Ward, K., Wilby, A., Woltz, M., Wratten, S., Sutter, L.** (2020). The effectiveness of flower strips and hedgerows on pest control, pollination services and crop yield: a quantitative synthesis. *Ecol. Lett.* 23, 1488–1498.
- Alford, D.V.** (2000). Biological control of insect pests on oilseed rape in Europe. *Pestic. Outlook* 11, 200–202.
- Alford, D.V., Nilsson, C., Ulber, B.** (2003). Insect Pests of Oilseed Rape Crops. In: Alford, D.V. (Ed.), *Biocontrol of Oilseed Rape Pests*. Blackwell Science Ltd, pp. 9–42.
- Alignier, A., Solé Senan, X.O., Robleño, I., Baraibar, B., Fahrig, L., Giralt, D., Gross, N., Martin, J.-L., Recasens, J., Sirami, C., Siriwardena, G., Baillod, A.B., Bertrand, C., Carrié, R., Hass, A., Henckel, L., Miguët, P., Badenhassner, I., Baudry, J., Bota, G., Bretagnolle, V., Brotons, L., Burel, F., Calatayud, F., Clough, Y., Georges, R., Gibon, A., Girard, J., Lindsay, K., Minano, J., Mitchell, S., Patry, N., Poulin, B., Tscharntke, T., Vialatte, A., Violle, C., Yaverscovski, N., Batáry, P.** (2020). Configurational crop heterogeneity increases within field plant diversity. *J. Appl. Ecol.* 57, 654–663.
- Askew, R.** (1986). Parasitoid communities: their size, structure and development. *Insect Parasit.* 225–264.
- Audisio, P., Cline, A., De Biase, A., Antonini, G., Mancini, E., Trizzino, M., Costantini, L., Strika, S., Lamanna, F., Cerretti, P.** (2009). Preliminary re-examination of genus-level taxonomy of the pollen beetle subfamily Meligethinae (Coleoptera: Nitidulidae). *Acta Entomol. Musei Natl. Pragae* 49, 341–504.
- Bartual, A.M., Sutter, L., Bocci, G., Moonen, A.-C., Cresswell, J., Entling, M., Giffard, B., Jacot, K., Jeanneret, P., Holland, J., Pfister, S., Pintér, O., Veromann, E., Winkler, K., Albrecht, M.** (2019). The potential of different semi-natural habitats to sustain pollinators

- and natural enemies in European agricultural landscapes. *Agric. Ecosyst. Environ.* 279, 43–52.
- Barzman, M., Bàrberi, P., Birch, A.N.E., Boonekamp, P., Dachbrodt-Saaydeh, S., Graf, B., Hommel, B., Jensen, J.E., Kiss, J., Kudsk, P.** (2015). Eight principles of integrated pest management. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 1199–1215.
- Bennewicz, J.** (2011). Aphidivorous hoverflies (Diptera: Syrphidae) at field boundaries and woodland edges in an agricultural landscape. *Pol. J. Entomol. Pol. Pismo Entomol.* 80, 129–149.
- Berger, J., Jönsson, M., Hedlund, K., Anderson, P.** (2015). Niche separation of pollen beetle parasitoids. *Front. Ecol. Evol.* 3.
- Billqvist, A., Ekbom, B.** (2001). The influence of host plant species on parasitism of pollen beetles (*Meligethes* spp.) by *Phradis morionellus*. *Entomol. Exp. Appl.* 98, 41–47.
- Büchi, R.** (2002). Mortality of pollen beetle (*Meligethes* spp.) larvae due to predators and parasitoids in rape fields and the effect of conservation strips. *Agric. Ecosyst. Environ.* 90, 255–263.
- Buchs, W., Nuss, H.** (2000). First steps to assess the importance of epigaeic active polyphagous predators on oilseed rape insect pests with soil pupating larvae. *IOBC Wprs Bull.* 23, 151–164.
- Calvo-Agudo, M., González-Cabrera, J., Picó, Y., Calatayud-Vernich, P., Urbaneja, A., Dicke, M., Tena, A.** (2019). Neonicotinoids in excretion product of phloem-feeding insects kill beneficial insects. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 116, 16817–16822.
- Calvo-Agudo, M., González-Cabrera, J., Sadutto, D., Picó, Y., Urbaneja, A., Dicke, M., Tena, A.** (2020). IPM-recommended insecticides harm beneficial insects through contaminated honeydew. *Environ. Pollut.* 267, 115581.
- Carmona, C.P., Guerrero, I., Peco, B., Morales, M.B., Oñate, J.J., Pärt, T., Tscharntke, T., Liira, J., Aavik, T., Emmerson, M., Berendse, F., Ceryngier, P., Bretagnolle, V., Weisser, W.W., Bengtsson, J.** (2020). Agricultural intensification reduces plant taxonomic and functional diversity across European arable systems. *Funct. Ecol.* 34, 1448–1460.
- Cole, L.J., Brocklehurst, S., Elston, D.A., McCracken, D.I.** (2012). Riparian field margins: can they enhance the functional structure of ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in intensively managed grassland landscapes? *J. Appl. Ecol.* 49, 1384–1395.
- Cook, S., Denholm, I.** (2008). Ecological approaches to the control of pollen beetles in oilseed rape. *EPPO Bull.* 38, 110–113.
- Cook, S.M., Rasmussen, H., Birkett, M., Murray, D., Pye, B., Watts, N., Williams, I.** (2007). Behavioural and chemical ecology underlying the success of turnip rape (*Brassica rapa*) trap crops in protecting oilseed rape (*Brassica napus*) from the pollen beetle (*Meligethes aeneus*). *Arthropod-Plant Interact.* 1, 57.

- Dainese, M., Martin, E.A., Aizen, M.A., Albrecht, M., Bartomeus, I., Bommarco, R., Carneiro, L.G., Chaplin-Kramer, R., Gagic, V., Garibaldi, L.A., Ghazoul, J., Grab, H., Jonsson, M., Karp, D.S., Kennedy, C.M., Kleijn, D., Kremen, C., Landis, D.A., Letourneau, D.K., Marini, L., Poveda, K., Rader, R., Smith, H.G., Tschamntke, T., Andersson, G.K.S., Badenhauer, I., Baensch, S., Bezerra, A.D.M., Bianchi, F.J.J.A., Boreux, V., Bretagnolle, V., Caballero-Lopez, B., Cavigliasso, P., Četković, A., Chacoff, N.P., Classen, A., Cusser, S., Silva, F.D. da S. e, Groot, G.A. de, Dudenhöffer, J.H., Ekroos, J., Fijen, T., Franck, P., Freitas, B.M., Garratt, M.P.D., Gratton, C., Hipólito, J., Holzschuh, A., Hunt, L., Iverson, A.L., Jha, S., Keasar, T., Kim, T.N., Kishinevsky, M., Klatt, B.K., Klein, A.-M., Krewenka, K.M., Krishnan, S., Larsen, A.E., Lavigne, C., Liere, H., Maas, B., Mallinger, R.E., Pachon, E.M., Martínez-Salinas, A., Meehan, T.D., Mitchell, M.G.E., Molina, G.A.R., Nesper, M., Nilsson, L., O'Rourke, M.E., Peters, M.K., Plečáček, M., Potts, S.G., Ramos, D. de L., Rosenheim, J.A., Rundlöf, M., Rusch, A., Sáez, A., Scheper, J., Schleuning, M., Schmack, J.M., Sciligo, A.R., Seymour, C., Stanley, D.A., Stewart, R., Stout, J.C., Sutter, L., Takada, M.B., Taki, H., Tamburini, G., Tschumi, M., Viana, B.F., Westphal, C., Willcox, B.K., Wratten, S.D., Yoshioka, A., Zaragoza-Trello, C., Zhang, W., Zou, Y., Steffan-Dewenter, I. (2019). A global synthesis reveals biodiversity-mediated benefits for crop production. *Sci. Adv.* 5, eaax0121.**
- De Moraes, C.M., Lewis, W., Pare, P., Alborn, H., Tumlinson, J. (1998).** Herbivore-infested plants selectively attract parasitoids. *Nature* 393, 570–573.
- De Moraes, C.M., Lewis, W., Tumlinson, J.H. (2000).** Examining plant-parasitoid interactions in tritrophic systems. *An. Soc. Entomológica Bras.* 29, 189–203.
- EFSA. (2018a).** Peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance clothianidin considering the uses as seed treatments and granules. *EFSA J.* 16, e05177. [veebileht] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32018R0784> (19.05.2021).
- EFSA. (2018b).** Peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance imidacloprid considering the uses as seed treatments and granules. *EFSA J.* 16, e05178. [veebileht] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32018R0783> (19.05.2021).
- EFSA. (2018c).** Peer review of the pesticide risk assessment for bees for the active substance thiamethoxam considering the uses as seed treatments and granules. *EFSA J.* 16, e05179. [veebileht] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32018R0785> (19.05.2021).

- Ekbom, B.** (2010). Pests and Their Enemies in Spring Oilseed Rape in Europe and Challenges to Integrated Pest Management. In: Williams, I.H. (Ed.), Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 151–165.
- Ekbom, B., Borg, A.** (1996). Pollen beetle (*Meligethes aeneus*) oviposition and feeding preference on different host plant species. Entomol. Exp. Appl. 78, 291–299.
- Ekbom, B., Ferdinand, V.** (2003). Field oviposition rates and egg load dynamics of pollen beetles (*Meligethes aeneus* Fab.) (Coleoptera: Nitidulidae). Agric. For. Entomol. 5, 247–252.
- Faostat. (2020). Crops. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). [veebileht] <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> (14.05.2021).
- Ferguson, A.W., Williams, I.H., Castle, L.M., Skellern, M.** (2010). Key Parasitoids of the Pests of Oilseed Rape in Europe: A Guide to Their Identification. In: Williams, I.H. (Ed.), Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 77–114.
- Free, J.B., Williams, I.H.** (1978). The Responses of the Pollen Beetle, *Meligethes aeneus*, and the Seed Weevil, *Ceuthorrhynchus assimilis*, to Oil-Seed Rape, *Brassica napus*, and Other Plants. J. Appl. Ecol. 15, 761–774.
- Free, J.B., Williams, I.H.** (1979). The distribution of insect pests on crops of oil-seed rape (*Brassica napus* L.) and the damage they cause. J. Agric. Sci. 92, 139–149.
- Godfray, H.C.J.** (1994). Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology. Princeton University Press.
- Goulson, D.** (2020). Pesticides, Corporate Irresponsibility, and the Fate of Our Planet. One Earth 2, 302–305.
- Gunstone, F.D. (Ed.)** (2004). Rapeseed and canola oil: production, processing, properties and uses. Blackwell Pub. ; CRC Press, Oxford, EN : Boca Raton, FL.
- Haaland, C., Naisbit, R.E., Bersier, L.-F.** (2011). Sown wildflower strips for insect conservation: a review. Insect Conserv. Divers. 4, 60–80.
- Hallmann, C.A., Sorg, M., Jongejans, E., Siepel, H., Hofland, N., Schwan, H., Stenmans, W., Müller, A., Sumser, H., Hörren, T., Goulson, D., Kroon, H. De.** (2017). More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas. PLOS ONE 12, e0185809.
- Hansen, L.M.** (2003). Insecticide-resistant pollen beetles (*Meligethes aeneus* F) found in Danish oilseed rape (*Brassica napus* L) fields. Pest Manag. Sci. 59, 1057–1059.
- Hatzig, S., Breuer, F., Nesi, N., Ducournau, S., Wagner, M.-H., Leckband, G., Abbadi, A., Snowdon, R.J.** (2018). Hidden Effects of Seed Quality Breeding on Germination in Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). Front. Plant Sci. 9.
- Hausmann, J., Brandes, M., Heimbach, U.** (2019). Effects of dropleg application technique during flowering of oilseed rape on insect pests. Crop Prot. 126, 104917.

- Haye, T., Olfert, O., Weiss, R., Mason, P.G., Gibson, G., Gariepy, T.D., Gillespie, D.R.** (2018). Bioclimatic analyses of *Trichomalus perfectus* and *Mesopolobus morys* (Hymenoptera: Pteromalidae) distributions, two potential biological control agents of the cabbage seedpod weevil in North America. *Biol. Control* 124, 30–39.
- Heimbach, U., Müller, A.** (2013). Incidence of pyrethroid-resistant oilseed rape pests in Germany: Pyrethroid-resistant oilseed rape pests in Germany. *Pest Manag. Sci.* 69, 209–216.
- Heimbach, U., Muller, A., Thieme, T.** (2006). First steps to analyse pyrethroid resistance of different oilseed rape pests in Germany. *IOBC Wprs Bull.* 29, 131.
- Heimpel, G.E., Jervis, M.A.** (2005). Does floral nectar improve biological control by parasitoids? In: Wäckers, F.L., van Rijn, P.C.J., Bruin, J. (Eds.), *Plant-Provided Food for Carnivorous Insects*. Cambridge University Press, pp. 267–304.
- Hervé, M.R., Garcia, N., Tralalon, M., Le Ralec, A., Delourme, R., Cortesero, A.M.** (2015). Oviposition behavior of the pollen beetle (*Meligethes aeneus*): a functional study. *J. Insect Behav.* 28, 107–119.
- Hokkanen, H.M.T.** (2008). Biological control methods of pest insects in oilseed rape. *EPPO Bull.* 38, 104–109.
- Holland, J.M., Douma, J.C., Crowley, L., James, L., Kor, L., Stevenson, D.R.W., Smith, B.M.** (2017). Semi-natural habitats support biological control, pollination and soil conservation in Europe. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 37, 31.
- Holland, J.M., Jeanneret, P., Moonen, A.-C., van der Werf, W., Rossing, W.A.H., Antichi, D., Entling, M.H., Giffard, B., Helsen, H., Szalai, M., Rega, C., Gibert, C., Veromann, E.** (2020). Approaches to Identify the Value of Seminatural Habitats for Conservation Biological Control. *Insects* 11, 195.
- Holland, J.M., Oaten, H., Moreby, S., Birkett, T., Simper, J., Southway, S., Smith, B.M.** (2012). Agri-environment scheme enhancing ecosystem services: A demonstration of improved biological control in cereal crops. *Agric. Ecosyst. Environ.* 155, 147–152.
- Illumäe, E.** (2013). Talirapsi kasvatamine. *EMVI Saku* 98.
- Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES.** (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. Zenodo.
- Jeanneret, P., Begg, G., Gosme, M., Alomar, O., Reubens, B., Baudry, J., Guerin, O., Flamm, C.W., Wäckers, F.** (2016). Landscape features to improve pest control in agriculture. *Solutions* 48–57.
- Jonsson, M., Wratten, S.D., Landis, D.A., Gurr, G.M.** (2008). Recent advances in conservation biological control of arthropods by arthropods. *Biol. Control* 45, 172–175.
- Kiss, J.** (2019). Pesticides in agriculture: are we sustainable yet? *J. Consum. Prot. Food Saf.* 14, 205–207.

- Kovács, G.** (2018). Effect of host plant and land use on cabbage seed weevil infestation and associated parasitoids. Doktoritöö. Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 104 lk.
- Kovács, G., Kaasik, R., Lof, M.E., van der Werf, W., Kaart, T., Holland, J.M., Luik, A., Veromann, E.** (2019). Effects of land use on infestation and parasitism rates of cabbage seed weevil in oilseed rape: Landscape effects on *Ceutorhynchus obstrictus* infestation and parasitism rates. *Pest Manag. Sci.* 75, 658–666.
- Mauchline, A.L., Cook, S.M., Powell, W., Chapman, J.W., Osborne, J.L.** (2017). Migratory flight behaviour of the pollen beetle *Meligethes aeneus*. *Pest Manag. Sci.* 73, 1076–1082.
- Mauchline, A.L., Hervé, M.R., Cook, S.M.** (2018). Semiochemical-based alternatives to synthetic toxicant insecticides for pollen beetle management. *Arthropod-Plant Interact.* 12, 835–847.
- Meier, U.** (2001). Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin, Germany.
- Murchie, A.K., Williams, I.H., Perry, J.N.** (1999). Edge distributions of *Ceutorhynchus assimilis* and its parasitoid *Trichomalus perfectus* in a crop of winter oilseed rape (*Brassica napus*). *BioControl* 44, 379–390.
- Nilsson, C.** (1985). Impact of ploughing on emergence of pollen beetle parasitoids after hibernation. *Z. Für Angew. Entomol.* 100, 302–308.
- Nilsson, C.** (1987). Yield losses in summer rape caused by pollen beetles (*Meligethes* spp.). *Swed. J. Agron. Res.* 17, 105–111.
- Nilsson, C.** (2003). Parasitoids of pollen beetles. *Biocontrol Oilseed Rape Pests* Blackwell Oxf. 73–86.
- Nilsson, C.** (2010). Impact of Soil Tillage on Parasitoids of Oilseed Rape Pests. In: Williams, I.H. (Ed.), *Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests*. Springer Netherlands, pp. 305–311.
- Osborne, P.** (1960). Observations on the natural enemies of *Meligethes aeneus* (F.) and *M. viridescens* (F.) [Coleoptera: Nitidulidae]. *Parasitology* 50, 91–110.
- Osborne, P.** (1965). Morphology of the immature stages of *Meligethes aeneus* (F.) and *M. viridescens* (F.) (Coleoptera, Nitidulidae). *Bull. Entomol. Res.* 55, 747–759.
- Pisa, L., Goulson, D., Yang, E.-C., Gibbons, D., Sánchez-Bayo, F., Mitchell, E., Aebi, A., van der Sluijs, J., MacQuarrie, C.J.K., Giorio, C., Long, E.Y., McField, M., Bijleveld van Lexmond, M., Bonmatin, J.-M.** (2017). An update of the Worldwide Integrated Assessment (WIA) on systemic insecticides. Part 2: impacts on organisms and ecosystems. *Environ. Sci. Pollut. Res.*
- Raimets, R., Bontšutšnaja, A., Bartkevics, V., Pugajeva, I., Kaart, T., Puusepp, L., Pihlik, P., Keres, I., Viinalass, H., Mänd, M., Karise, R.** (2020). Pesticide residues in beehive matrices are dependent on collection time and matrix type but independent of proportion of foraged oilseed rape and agricultural land in foraging territory. *Chemosphere* 238, 124555.

- Raimets, R., Karise, R., Mänd, M., Kaart, T., Ponting, S., Song, J., Cresswell, J.E.** (2018). Synergistic interactions between a variety of insecticides and an ergosterol biosynthesis inhibitor fungicide in dietary exposures of bumble bees (*Bombus terrestris* L.). *Pest Manag. Sci.* 74, 541–546.
- Rasran, L., Vogt, K.** (2018). Ditches as species-rich secondary habitats and refuge for meadow species in agricultural marsh grasslands. *Appl. Veg. Sci.* 21, 21–32.
- Richardson, D.M.** (2008). Summary of findings from a participant country pollen beetle questionnaire. *EPPO Bull.* 38, 68–72.
- Rusch, A., Bommarco, R., Jonsson, M., Smith, H.G., Ekbom, B.** (2013). Flow and stability of natural pest control services depend on complexity and crop rotation at the landscape scale. *J. Appl. Ecol.* 50, 345–354.
- Rusch, A., Valantin-Morison, M., Sarthou, J.-P., Roger-Estrade, J.** (2010). Biological Control of Insect Pests in Agroecosystems. In: *Advances in Agronomy*. Elsevier, pp. 219–259.
- Rusch, A., Valantin-Morison, M., Sarthou, J.-P., Roger-Estrade, J.** (2011). Multi-scale effects of landscape complexity and crop management on pollen beetle parasitism rate. *Landsc. Ecol.* 26, 473–486.
- Schneider, G., Krauss, J., Riedinger, V., Holzschuh, A., Steffan-Dewenter, I.** (2015). Biological pest control and yields depend on spatial and temporal crop cover dynamics. *J. Appl. Ecol.* 52, 1283–1292.
- Seibold, S., Gossner, M.M., Simons, N.K., Blüthgen, N., Müller, J., Ambarlı, D., Ammer, C., Bauhus, J., Fischer, M., Habel, J.C., Linsenmair, K.E., Nauss, T., Penone, C., Prati, D., Schall, P., Schulze, E.-D., Vogt, J., Wöllauer, S., Weisser, W.W.** (2019). Arthropod decline in grasslands and forests is associated with landscape-level drivers. *Nature* 574, 671–674.
- Sharma, A., Jha, P., Reddy, G.V.P.** (2018). Multidimensional relationships of herbicides with insect-crop food webs. *Sci. Total Environ.* 643, 1522–1532.
- Slater, R., Ellis, S., Genay, J.P., Heimbach, U., Huart, G., Sarazin, M., Longhurst, C., Müller, A., Nauen, R., Rison, J.L., Robin, F.** (2011). Pyrethroid resistance monitoring in European populations of pollen beetle (*Meligethes* spp.): a coordinated approach through the Insecticide Resistance Action Committee (IRAC). *Pest Manag. Sci.* 67, 633–638.
- Stará, J., Kocourek, F.** (2018). Seven-year monitoring of pyrethroid resistance in the pollen beetle (*Brassicogethes aeneus* F.) during implementation of insect resistance management. *Pest Manag. Sci.* 74, 200–209.
- Statistikaamet. (2018). Põllukultuuride kasvupind, aasta. [veebileht] <http://www.stat.ee/34222> (14.05.2021).
- Sulg, S.** (2019). Kõdra- ja varre-peitkärsaka kahjustuse ja parasiteerituse tase talirapsil. Magistritöö. Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 48 lk.

- Teder, T.** (1998). Parasiitsed putukad. [veebileht] <http://www.zbi.ee/satikad/putukad/klass/oko/> (15.05.2021).
- Thies, C., Steffan-Dewenter, I., Tscharntke, T.** (2003). Effects of landscape context on herbivory and parasitism at different spatial scales. *Oikos* 101, 18–25.
- Thies, C., Tscharntke, T.** (1999). Landscape Structure and Biological Control in Agroecosystems. *Science* 285, 893–895.
- Ulber, B., Klukowski, Z., Williams, I.H.** (2010a). Impact of Insecticides on Parasitoids of Oilseed Rape Pests. In: Williams, I.H. (Ed.), *Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests*. Springer Netherlands, pp. 337–355.
- Ulber, B., Williams, I.H., Klukowski, Z., Luik, A., Nilsson, C.** (2010b). Parasitoids of Oilseed Rape Pests in Europe: Key Species for Conservation Biocontrol. In: Williams, I.H. (Ed.), *Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests*. Springer Netherlands, pp. 45–76.
- Veres, A., Petit, S., Conord, C., Lavigne, C.** (2013). Does landscape composition affect pest abundance and their control by natural enemies? A review. *Agric. Ecosyst. Environ., Landscape ecology and biodiversity in agricultural landscapes* 166, 110–117.
- Veromann, E.** (2007). Oilseed rape pests and their parasitoids in Estonia. Doktoritöö. Põllumajandus- ja keskkonnainstituut. Tartu. 87 lk.
- Veromann, E., Luik, A., Metspalu, L., Williams, I.H.** (2006a). Key pests and their parasitoids on spring and winter oilseed rape in Estonia. *Entomol. Fenn.* 17, 400–404.
- Veromann, E., Saarniit, M., Kevvää, R., Luik, A.** (2009). Effect of crop management on the incidence of *Meligethes aeneus* Fab. and their larval parasitism rate in organic and conventional winter oilseed rape. *Agron. Res.*
- Veromann, E., Tarang, T., Kevvää, R.** (2006b). Insect pests and their natural enemies on spring oilseed rape in Estonia : impact of cropping systems. *Agric. Food Sci.* 15, 61–72.
- Veromann, E., Toome, M., Kaenaste, A., Kaasik, R., Copolovici, L., Flink, J., Kovacs, G., Narits, L., Luik, A., Niinemets, U.** (2013). Effects of nitrogen fertilization on insect pests, their parasitoids, plant diseases and volatile organic compounds in *Brassica napus*. *Crop Prot.* 43, 79–88.
- Veromann, E., Williams, I.H., Kaasik, R., Luik, A.** (2011). Potential of parasitoids to control populations of the weevil *Ceutorhynchus obstrictus* (Marsham) on winter oilseed rape. *Int. J. Pest Manag.* 57, 85–92.
- Wę Gorek, P., Zamoyska, J.** (2008). Current status of resistance in pollen beetle (*Meligethes aeneus* F.) to selected active substances of insecticides in Poland. *EPPO Bull.* 38, 91–94.
- Williams, I.H.** (2004). Advances in Insect Pest Management of Oilseed Rape in Europe. In: Horowitz, A.R., Ishaaya, I. (Eds.), *Insect Pest Management*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 181–208.

- Williams, I.H.** (2010). The Major Insect Pests of Oilseed Rape in Europe and Their Management: An Overview. In: Williams, I.H. (Ed.), Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 1–43.
- Williams, I.H., Cook, S.M.** (2010). Crop Location by Oilseed Rape Pests and Host Location by Their Parasitoids. In: Williams, I.H. (Ed.), Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 215–244.
- Williams, I.H., Ferguson, A.W.** (2010). Spatio-Temporal Distributions of Pests and Their Parasitoids on the Oilseed Rape Crop. In: Williams, I.H. (Ed.), Biocontrol-Based Integrated Management of Oilseed Rape Pests. Springer Netherlands, pp. 245–271.
- Willow, J., Silva, A., Veromann, E., Smagghe, G.** (2019). Acute effect of low-dose thiacloprid exposure synergised by tebuconazole in a parasitoid wasp. PLOS ONE 14.
- Zaller, J.G., Moser, D., Drapela, T., Schmöger, C., Frank, T.** (2009). Parasitism of stem weevils and pollen beetles in winter oilseed rape is differentially affected by crop management and landscape characteristics. BioControl 54, 505–514.
- Zamojska, J., Dworzańska, D., Węgorzek, P.** (2018). Susceptibility level of cabbage seed weevil (*Ceutorhynchus assimilis* Payk.)(Coleoptera: Curculionidae) to selected active ingredients of insecticides in Poland. J. Plant Prot. Res., Vol. 53, No. 1.

LISAD

Lisa 1. Katsepõldude agrotehnilised andmed 2017 aastal.

Põllu number ja nimi	Aasta	>500m/<500m	Pindala (ha)	Külviaeg	Sort	Järel-kultuur	Insektitsiidi kasutamise aeg ja BBCH	Insektitsiid	Fungitsiidi kasutamise aeg ja BBCH	Fungitsiid
1. Kasetalu	2017	>500m	8,83	19.08.2016	Mercedes	Talinisu	16.06.2017 BBCH 67–70	Biscaya (tiaklopiid 240 g/l)	16.06.2017 BBCH 67–70	CANTUS GOLD (boskaliid 200 g /l, dimoksüstrobiin 200 g /l)
2. Kuivati	2017	>500m	13,18	20.08.2016	Mercedes	Talinisu	24.07.2017 BBCH >70	Biscaya (tiaklopiid 240 g/l)	24.07.2017 BBCH >70	Prosaro 250EC (protiokonasool 125 g/l, tebukonasool 125 g/l)
3. Järveoja	2017	>500m	6,82	15.08.2016	Mercedes	Talinisu	15.06.2017 BBCH 65–67	Biscaya (tiaklopiid 240 g/l)	15.06.2017 BBCH 65–67	CANTUS GOLD (boskaliid 200 g /l, dimoksüstrobiin 200 g /l)
4. Majala	2017	>500m	96,26	15.08.2016	Mercedes	Talinisu	15.06.2017 BBCH 65–67	Biscaya (tiaklopiid 240 g/l)	15.06.2017 BBCH 65–67	CANTUS GOLD (boskaliid 200 g /l, dimoksüstrobiin 200 g /l)
5. Ojasaar vasak	2017	>500m	3,9	15.08.2016	Mercedes	Talinisu	15.06.2017 BBCH 67–70	Biscaya (tiaklopiid 240 g/l)	15.06.2017 BBCH 67–70	CANTUS GOLD (boskaliid 200 g /l, dimoksüstrobiin 200 g /l)
6. Konguta alajaam	2017	>500m	6,07	15.08.2016	Mercedes	Talinisu	16.06.2017 BBCH 67–70	Biscaya (tiaklopiid 240 g/l)	16.06.2017 BBCH 67–70	CANTUS GOLD (boskaliid 200 g /l, dimoksüstrobiin 200 g /l)
7. Fedka	2017	<500m	5,95	15.08.2016	Mercedes	Talinisu	16.06.2017 BBCH 67–70	Biscaya (tiaklopiid 240 g/l)	16.06.2017 BBCH 67–70	CANTUS GOLD (boskaliid 200 g /l, dimoksüstrobiin 200 g /l)
8. Pender	2017	<500m	10,04	23.08.2016	Mercedes	Talinisu	15.06.2017 BBCH 65–67	Biscaya (tiaklopiid 240 g/l)	15.06.2017 BBCH 65–67	CANTUS GOLD (boskaliid 200 g /l, dimoksüstrobiin 200 g /l)
9. Uue-paju	2017	<500m	9,08							
10. Järve tee	2017	<500m	40,26							
11. Anija	2017	<500m	39,24	15.08.2016	Mercedes	Talinisu	15.06.2017 BBCH 67–70	Biscaya (tiaklopiid 240 g/l)	15.06.2017 BBCH 67–70	CANTUS GOLD (boskaliid 200 g /l, dimoksüstrobiin 200 g /l)
12. Anija 2	2017	<500m	39,24	15.08.2016	Mercedes	Talinisu	15.06.2017 BBCH 65–67	Biscaya (tiaklopiid 240 g/l)	15.06.2017 BBCH 65–67	CANTUS GOLD (boskaliid 200 g /l, dimoksüstrobiin 200 g /l)

**Lisa 2. Lihtlitsents lõputöö salvestamiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks
(tähtajaline piirang) ning juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta**

Mina, Simon Regonen, 13.07.1990

1. annan Eesti Maaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud lõputöö
EELNEVA AASTA RAPSIPÕLDUDE KAUGUSE MÕJU NAERI-HIILAMARDIKA
ARVUKUSELE JA PARASITEERITUSE TASEMELE

mille juhendajad on Eve Veromann ja Silva Sulg,

1.1. salvestamiseks säilitamise eesmärgil,

1.2. digiarhiivi DSpace lisamiseks ja

1.3. veebikeskkonnas üldsusele kättesaadavaks tegemiseks pärast tähtajalise piirangu
lõppemist

kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile;

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega
isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Lõputöö autor

allkiri

Tartu, 21.05.2021

Juhendaja(te) kinnitus lõputöö kaitsmisele lubamise kohta

Luban lõputöö kaitsmisele.

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)

(juhendaja nimi ja allkiri)

(kuupäev)